

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:	PROGETTISTA:	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE
RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI	Prof. Ing. Marco PETRANGELI	Ing. Piergiorgio GRASSO
		Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE

VI05 – VIADOTTO dal km 20+474,00 al km 21+238,50: Viadotto Calore Torallo

Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo

APPALTATORE	SCALA:
IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A. Dott. Ing. Sabino Del Balzo INGEGNERE TECNICO 23/06/2020	-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I	F	2	6	1	2	E	Z	Z	C	L	V	I	0	5	0	4	0	0	2	B
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	F. Del Drago	24/02/2020	G. Usai	24/02/2020	P. Grasso	24/02/2020	M. Petrangeli
B	Revisione a seguito di istruttoria ITF	F. Del Drago	23/06/2020	G. Usai	23/06/2020	P. Grasso	23/06/2020	 23/06/2020

File: IF26.1.2.E.ZZ.CL.VI.05.0.4.002.B.doc

n. Elab.:

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0504 002</td> <td>B</td> <td>2 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	2 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	2 di 101								

INDICE

1	PREMESSA	6
2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	7
2.1	Normative.....	7
2.2	Elaborati di riferimento	8
3	MATERIALI.....	9
3.1	Calcestruzzo per elevazione spalla	9
3.2	Calcestruzzo per platea di fondazione	9
3.3	Calcestruzzo per pali di fondazione	10
3.4	Acciaio per barre di armatura.....	11
4	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	12
4.1	Vita Nominale e Classe d'uso dell'Opera	13
4.2	Parametri di pericolosità sismica	14
4.3	Categoria di sottosuolo e categoria topografica	20
5	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA	23
6	ANALISI DEI CARICHI	28
6.1	Permanenti strutturali	28
6.1.1	<i>Peso proprio impalcato (G1).....</i>	<i>28</i>
6.1.2	<i>Peso proprio spalla (SP_Gk1)</i>	<i>30</i>
6.2	Permanenti non strutturali.....	31
6.2.1	<i>Permanenti Impalcato (G2)</i>	<i>31</i>
6.2.2	<i>Peso proprio del rilevato a tergo e del ricoprimento dell'aggetto anteriore (SP_Gk2)</i>	<i>33</i>
6.2.3	<i>Spinta del terreno (SP_Gk2_h).....</i>	<i>33</i>
6.2.4	<i>Permanenti spalla (Gk3-SP).....</i>	<i>34</i>
6.2.5	<i>Spinta permanenti spalla (Gk3-SP_h).....</i>	<i>34</i>
6.3	Carichi da traffico.....	34
6.3.1	<i>Treni di carico</i>	<i>34</i>
6.3.1.1	<i>Traffico LM71 (Q1,1a).....</i>	<i>36</i>
6.3.1.2	<i>.....</i>	<i>36</i>
6.3.1.3	<i>Traffico 2 LM71 (Q1,2a).....</i>	<i>37</i>
6.3.1.4	<i>Traffico SW/2 (Q1,1b).....</i>	<i>38</i>

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0504 002</td> <td>B</td> <td>3 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	3 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	3 di 101								

6.3.1.5	Traffico LM71 + SW/2 (Q1,2b).....	39
6.3.1.6	Azioni sulla spalla (Sp_Qk, SP_Qk_h).....	40
6.3.2	<i>Azioni di avviamento e frenatura</i>	40
6.3.2.1	Avviamento (Qa).....	40
6.3.2.2	Frenatura LM71 (Qf1).....	40
6.3.2.3	Frenatura SW2 (Qf2).....	40
6.3.3	<i>Forza centrifuga</i>	41
6.3.3.1	Centrifuga LM71 (Qc1a) e Centrifuga SW/2 (Qc1b).....	41
6.3.4	<i>Serpeggio (QS)</i>	43
6.4	<i>Carichi variabili</i>	44
6.4.1	<i>Azioni del vento (Qw)</i>	44
6.4.1.1	Pressione cinetica di riferimento.....	44
6.4.1.2	Coefficiente di esposizione.....	45
6.4.1.3	Coefficiente di forma dell'impalcato.....	46
6.4.1.4	Azione del vento sull'impalcato.....	48
6.4.2	<i>Azioni variabili sul marciapiede (Qm)</i>	48
6.4.3	<i>Azioni aerodinamiche indotte dal transito dei convogli</i>	49
6.4.3.1	Carico su 1 marciapiede (Qae1).....	50
6.4.3.2	Carico su 2 marciapiede (Qae2).....	51
6.5	<i>Azioni climatiche (Q7)</i>	52
6.5.1	<i>Azioni termiche uniformi (Q7_TL)</i>	52
6.5.1	<i>Azioni termiche differenziali (Q7_TU)</i>	52
6.6	<i>Ritiro (Q8_SH)</i>	53
6.7	<i>Azioni sismiche (E)</i>	56
6.7.1	<i>Azioni sismiche</i>	57
6.7.1.1	Sisma derivante da impalcato (Elong, Etrasv, Evert).....	59
6.7.1.2	Sisma su inerzia spalla (SP_Elong, SP_Etrasv, SP_Evert).....	59
6.7.1.3	Sovrappinta sismica del terreno (SP_Gk2_Elong, SP_Gk2_Etrasv, SP_Gk2_Evert).....	59
6.8	<i>Tabelle riepilogo Scarichi impalcato</i>	61
7	COMBINAZIONI DI CARICO	62
8	MODELLO DI CALCOLO	66
8.1	Descrizione del modello di calcolo.....	66
8.2	Risultati del modello di calcolo.....	69
8.2.1	<i>Reazioni globali</i>	69

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0504 002</td> <td>B</td> <td>4 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	4 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	4 di 101								

8.2.2	<i>Sollecitazioni sugli elementi</i>	71
9	CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI	73
9.1	VERIFICHE ALLO SLU	74
9.1.1	<i>Pressoflessione</i>	74
9.1.2	<i>Taglio</i>	75
9.2	VERIFICA SLE	77
9.2.1	<i>Verifiche alle tensioni</i>	77
9.2.2	<i>Verifiche a fessurazione</i>	78
9.2.3	<i>Muro frontale</i>	79
	Muro frontale –armatura verticale	79
	Muro frontale –armatura orizzontale	80
9.2.4	<i>Muro paraghiaia</i>	81
	Muro paraghiaia –armatura verticale	81
	Muro paraghiaia –armatura orizzontale	82
9.2.5	<i>Muro andatore</i>	83
	Muro andatore–armatura verticale	83
	Muro andatore–armatura orizzontale	84
9.2.6	<i>Muro posteriore</i>	85
	Muro chiusura posteriore–armatura verticale	85
	Muro chiusura posteriore–armatura orizzontale	86
9.2.7	<i>Fondazione</i>	87
	Fondazione–armatura longitudinale	87
	Fondazione–armatura trasversale	87
9.2.8	<i>Solettone</i>	88
	Solettone–armatura longitudinale	88
	Solettone–armatura trasversale	89
9.2.1	<i>Bandiere</i>	91
	Bandiere–armatura orizzontale	91
	Bandiere–armatura verticale	92
9.3	Palificata	93
9.3.1	<i>Reazioni globali massime</i>	93
9.4	Verifiche strutturali pali di fondazione	94
9.4.1	<i>Verifiche allo SLU</i>	96
9.4.2	<i>Verifiche allo SLE</i>	98
10	INCIDENZE	101

GEODATA
ENGINEERING



ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO

Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	5 di 101

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0504 002</td> <td>B</td> <td>6 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	6 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	6 di 101								

1 PREMESSA

Nell'ambito dell'*Itinerario Napoli-Bari* si inserisce il *Raddoppio della Tratta Cancello - Benevento - II° Lotto Funzionale Frasso Telesino - Vitulano* oggetto di progettazione esecutiva.

La presente relazione ha per oggetto il dimensionamento degli elementi in elevazione della spalla B(allineamento mobile) del *Viadotto Calore Torallo - VI05*.

Nel seguito si procede al calcolo dello stato di sollecitazione ed alle verifiche dei vari elementi costituenti l'elevazione della spalla nei confronti degli Stati Limite Ultimi strutturali di presso-flessione, taglio. Si esegue inoltre la determinazione delle azioni massime sugli elementi costituenti la fondazione, quali plinto e pali di fondazione, e alla loro verifica nei confronti degli Stati Limite Ultimi strutturali di presso-flessione, taglio e Stati Limite Ultimi geotecnici.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0504 002</td> <td>B</td> <td>7 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	7 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	7 di 101								

2 **NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

2.1 **Normative**

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

- [1] *Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni»*
- [2] *Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»*
- [3] *Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture*
- [4] *Istruzione RFI DTC SI CS MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale*
- [5] *Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea*

  	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0504 002</td> <td>B</td> <td>8 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	8 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	8 di 101								

2.2 Elaborati di riferimento

Vengono presi a riferimento tutti gli elaborati grafici progettuali di pertinenza.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B

3 MATERIALI

3.1 Calcestruzzo per elevazione spalla

Classe C32/40

Rck =	40,00 MPa	Resistenza caratteristica cubica
fck = 0,83 Rck =	33,20 MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
fcm = fck +8 =	41,20 MPa	Valore medio resistenza cilindrica
acc =	0,85	Coeff. rid. per carichi di lunga durata
γM =	1,50 -	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
fcd = acc fck/γM =	18,81 MPa	Resistenza di progetto
fctm = 0,3 fck ^(2/3) =	3,10 MPa	Resistenza media a trazione semplice
fctm = 1,2 fctm =	3,72 MPa	Resistenza media a trazione per flessione
fctk = 0,7 fctm =	2,17 MPa	Valore caratteristico resistenza a trazione (frattile 5%)
σc = 0,55 fck =	18,26 MPa	Tensione limite in esercizio in comb. rara (rif. §1.8.3.2.1 [3])
σc = 0,40 fck =	13,28 MPa	Tensione limite in esercizio in comb. quasi perm. (rif. §1.8.3.2.1 [3])
Ecm = 22000 (fcm/10) ^(0,3) =	33643,00 MPa	Modulo elastico di progetto
ν =	0,20	Coefficiente di Poisson
Gc = Ecm / (2(1+ ν)) =	14018,00 MPa	Modulo elastico tangenziale di progetto
Condizioni ambientali =	Debolmente aggressive	
Classe di esposizione =	XC4	
c =	4,00 cm	Copriferro minimo
w =	0,20 mm	Apertura massima fessure in esercizio in comb. rara (rif. §1.8.3.2.4 [3])

3.2 Calcestruzzo per platea di fondazione

Classe C28/35

Rck =	35,00 MPa	Resistenza caratteristica cubica
-------	-----------	----------------------------------

Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	10 di 101

$f_{ck} = 0,83 R_{ck} =$	29,05 MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	37,05 MPa	Valore medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0,85	Coeff. rid. per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1,50 -	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_M =$	16,46 MPa	Resistenza di progetto
$f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{(2/3)} =$	2,83 MPa	Resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm} =$	3,40 MPa	Resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} = 0,7 f_{ctm} =$	1,98 MPa	Valore caratteristico resistenza a trazione (frattile 5%)
$\sigma_c = 0,55 f_{ck} =$	15,98 MPa	Tensione limite in esercizio in comb. rara (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$\sigma_c = 0,40 f_{ck} =$	11,62 MPa	Tensione limite in esercizio in comb. quasi perm. (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{(0,3)}$ $=$	32588,00 MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,20	Coefficiente di Poisson
$G_c = E_{cm} / (2(1 + \nu)) =$	13578,00 MPa	Modulo elastico tangenziale di progetto
Condizioni ambientali =	Ordinarie	
Classe di esposizione =	XC2	
$c =$	4,00 cm	Copriferro minimo
$w =$	0,30 mm	Apertura massima fessure in esercizio in comb. rara (rif. §1.8.3.2.4 [3])

3.3 Calcestruzzo per pali di fondazione

Classe C25/30

$R_{ck} =$	30,00 MPa	Resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} = 0,83 R_{ck} =$	24,90 MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	32,90 MPa	Valore medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0,85	Coeff. rid. per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1,50 -	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_M =$	14,11 MPa	Resistenza di progetto
$f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{(2/3)} =$	2,56 MPa	Resistenza media a trazione semplice

Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo

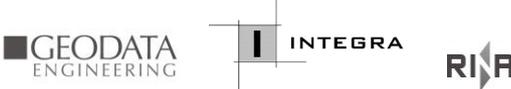
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	11 di 101

$f_{cm} = 1,2 f_{ctm} =$	3,07 MPa	Resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} = 0,7 f_{ctm} =$	1,79 MPa	Valore caratteristico resistenza a trazione (frattile 5%)
$\sigma_c = 0,55 f_{ck} =$	13,70 MPa	Tensione limite in esercizio in comb. rara (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$\sigma_c = 0,40 f_{ck} =$	9,96 MPa	Tensione limite in esercizio in comb. quasi perm. (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{0,3}$ =	31447,00 MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,20	Coefficiente di Poisson
$G_c = E_{cm} / (2(1 + \nu)) =$	13103,00 MPa	Modulo elastico tangenziale di progetto
Condizioni ambientali =	Ordinarie	
Classe di esposizione =	XC2	
$c =$	6,00 cm	Copriferro minimo
$w =$	0,30 mm	Apertura massima fessure in esercizio in comb. rara (rif. §1.8.3.2.4 [3])

3.4 Acciaio per barre di armatura

B450C

$f_{yk} \geq$	450,00 MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq$	540,00 MPa	Tensione caratteristica di rottura
$(f_t/f_y)_{k \geq}$	1,15	
$(f_t/f_y)_{k <}$	1,35	
$\gamma_s =$	1,15 -	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s =$	391,30 MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	210000,00 MPa	Modulo elastico di progetto
$\epsilon_{yd} =$	0,20 %	Deformazione di progetto a snervamento
$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k$	7,50 %	Deformazione caratteristica ultima
$\sigma_s = 0,75 f_{yk} =$	337,50 MPa	Tensione in esercizio in comb. rara (rif. §1.8.3.2.1 [3])

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B	FOGLIO 12 di 101

4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 14 gennaio 2008 e relativa circolare applicativa.

L'opera in questione rientra in particolare nell'ambito del Progetto di Raddoppio della tratta Ferroviaria Frasso Telesino – Vitulano, che si sviluppa per circa 30Km, da ovest verso est, attraversando il territorio di diverse località tra cui Dugenta/Frasso (BN), Amorosi (BN), Telese(BN), Solopaca(BN), San Lorenzo Maggiore(BN), Ponte(BN), Torrecuso(BN), Vitulano (BN) , Benevento – Località Roseto (BN).

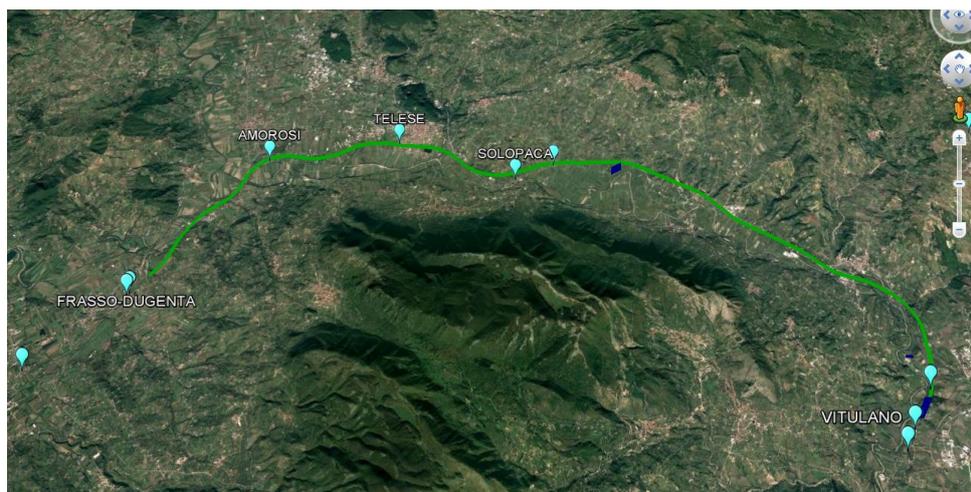


Figura 1 – Configurazione planimetrica tracciato

In considerazione della variabilità dei parametri di pericolosità sismica con la localizzazione geografica del sito, ed allo scopo di individuare dei tratti omogenei nell'ambito dei quali assumere costanti detti parametri, si è provveduto a suddividere il tracciato in tre sottozone sismiche, a seguito di un esame generale del livello pericolosità sismica dell'area che evidenzia un graduale incremento dell'intensità sismica da ovest verso est; nella fattispecie le zone sismiche "omogenee" individuate, sono quelle di seguito elencate:

Zona S1 : da pk 16+500 a pk 22+500 (Dugenta/Frasso – Amorosi)

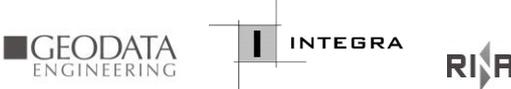
Zona S2 : da pk 22+500 a pk 30+000 (Amorosi – Solopaca)

Zona S3 : da pk 30+000 a pk 46+577 (Solopaca-Ponte-Vitulano)

Per ciascuna zona, sono stati dunque individuati, in funzione del periodo di riferimento dell'azione sismica (VR), i parametri di pericolosità sismica (ag/g , F_0 e T_c^*) rappresentativi delle più severe condizioni di pericolosità riscontrabili lungo il tratto di riferimento, assumendo in particolare come riferimento le seguenti Località:

Zona S1 : Amorosi (BN)

Zona S2 : Solopaca (BN)

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B	FOGLIO 13 di 101

Zona S3 : Ponte (BN)

Nei paragrafi seguenti è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica per ciascuna delle località di riferimento.

L'opera in esame ricade nella zona sismica denominata Zona S1

4.1 Vita Nominale e Classe d'uso dell'Opera

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (VN), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (CU)

La vita nominale delle infrastrutture ferroviarie può, di norma, assumersi come indicato nella seguente tabella.

TIPI DI COSTRUZIONE	Vita Nominale V _N [anni]
Opere nuove su infrastrutture ferroviarie progettate con le norme vigenti prima del DM14/1/2008 a velocità convenzionale V<250 Km/h	50
Altre opere nuove a velocità V<250 Km/h	75
Altre opere nuove a velocità V>250 Km/h	100
Opere di grandi dimensioni: ponti e viadotti con campate di luce maggiore di 150 m	≥100

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale VN = 75 anni (categoria 2)

Riguardo invece la Classe d'Uso, il Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008, individua le seguenti quattro categorie

Classe I: costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe III o in Classe IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0504 002</td> <td>B</td> <td>14 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	14 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	14 di 101								

Classe III: costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione di strade", e di tipo quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti o reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

All' opera in oggetto corrisponde pertanto una Classe III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II):

$$C_u = 1.5$$

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_n per il coefficiente d'uso C_u , ovvero:

$$V_R = V_n \cdot C_u$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$ anni

4.2 Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi del D.M. 14-01-2008, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica / V_R) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

Il DM 14.01.08 definisce in particolare la pericolosità sismica di un sito attraverso i seguenti parametri::

ag/g: accelerazione orizzontale relativa massima al suolo, su sito di riferimento rigido;

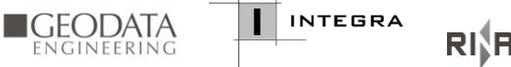
F_o: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c*: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per quanto detto al precedente paragrafo, risulta:

Localizzazione Geografica : Amorosi (BN), Solopaca (BN), Ponte (BN)

Periodo di riferimento Azione sismica $V_R = 112.5$ anni,

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0504 002</td> <td>B</td> <td>15 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	15 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	15 di 101								

Riguardo, infine gli stati limite di verifica/periodo di ritorno dell'azione sismica, la normativa individua in particolare 4 situazioni tipiche riferendosi alle prestazioni che la costruzione nel suo complesso deve poter espletare, riferendosi sia agli elementi strutturali, che a quelli non strutturali / impianti, come di seguito descritto:

Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile all'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture o crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione invece conserva una parte della resistenza e della rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche

Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

A ciascuno stato limite di verifica è quindi associata una probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , secondo quanto indicato nel seguito:

Stati Limite		P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	LO	81%
	LD	63%
Stati limite ultimi	LV	10%
	LC	5%

Tab. 3.2.1 DM 14.01.08

A ciascuna probabilità di superamento P_{VR} è quindi associato un Periodo di Ritorno dell'azione sismica T_R , valutabile attraverso la seguente relazione:

  	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0504 002</td> <td>B</td> <td>16 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	16 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	16 di 101								

$T_R = - V_R / \ln(1-P_{VR})$ (periodo di ritorno dell'azione sismica)

Nel caso in esame risulta dunque, con riferimento ai diversi stati limite :

SLATO LIMITE	T_R [anni]
SLO	68
SLD	113
SLV	1068
SLC	2193

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B

Zona S1 da pk 16+500 a pk 22+500 (Dugenta/Frasso – Amorosi)

Di seguito si riportano i parametri di pericolosità sismica da assumere come riferimento per la determinazione delle Azioni sismiche di progetto per opere ricadenti nella parte di tracciato dell'infrastruttura individuata come zona S1:

Località : Amorosi (BN)

Località	
Comune	Amorosi
Provincia	Benevento
Regione	Campania
Latitudine	41,2042407
Longitudine	14,4648703

VR = 112.5 anni

Sulla scorta di quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottiene:



SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.078	2.428	0.324
SLD	113	0.099	2.440	0.340
SLV	1068	0.273	2.352	0.419
SLC	2193	0.357	2.394	0.433

Tabella di riepilogo Parametri di pericolosità sismica zona S1

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B

Zona S2 da pk 22+500 a pk 30+000 (Amorosi – Solopaca)

Di seguito si riportano i parametri di pericolosità sismica da assumere come riferimento per la determinazione delle Azioni sismiche di progetto per opere ricadenti nella parte di tracciato dell'infrastruttura individuata come zona S2:

Località : Solopaca (BN)

Località	
Comune	Solopaca
Provincia	Benevento
Regione	Campania
Latitudine	41,1937370
Longitudine	14,5550380

VR = 112.5 anni

Sulla scorta di quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottiene:



The screenshot displays a software interface for seismic hazard analysis. At the top, there are search filters for REGIONE (Campania), PROVINCIA (Benevento), and COMUNE (Solopaca). Below these, there are sections for 'Elaborazioni grafiche' (Graphical elaborations) and 'Elaborazioni numeriche' (Numerical elaborations). A map of Italy shows the location of Solopaca marked with a red dot. A grid of reference points is shown with a central red dot. A control panel includes options for 'Controllo sul reticolo' (Grid control) and 'Interpolazione' (Interpolation) set to 'media ponderat' (weighted average).

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.088	2.368	0.316
SLD	113	0.113	2.377	0.331
SLV	1068	0.322	2.346	0.401
SLC	2193	0.419	2.430	0.425

Tabella di riepilogo Parametri di pericolosità sismica zona S2

Zona S3 da pk 30+000 a pk 46+577 (Solopaca-Ponte-Vitulano)

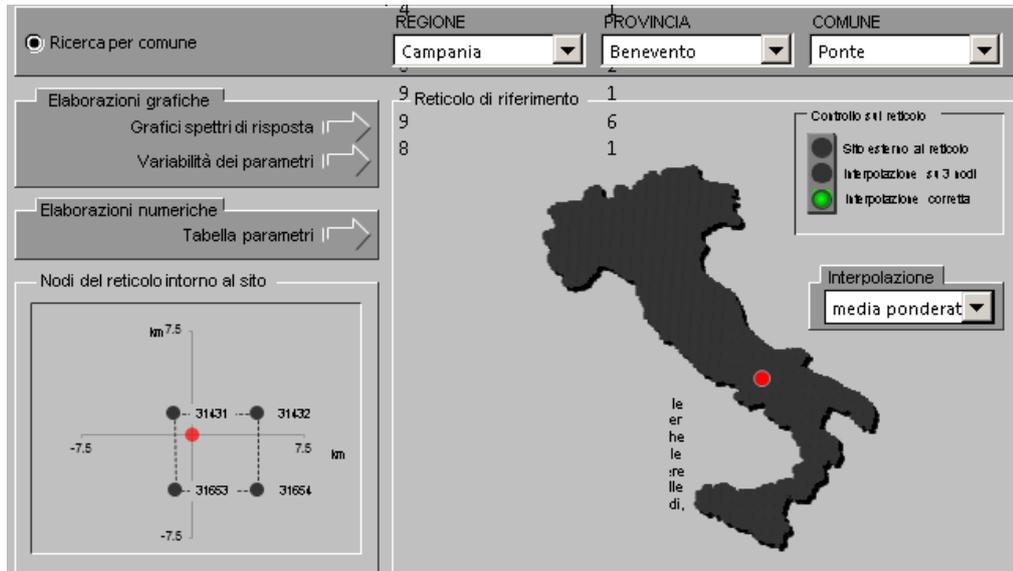
Di seguito si riportano i parametri di pericolosità sismica da assumere come riferimento per la determinazione delle Azioni sismiche di progetto per opere ricadenti nella parte di tracciato dell'infrastruttura individuata come zona S2:

Località : Ponte (BN)

Località	
Comune	Ponte
Provincia	Benevento
Regione	Campania
Latitudine	41,2139730
Longitudine	14,6935400

VR = 112.5 anni

Sulla scorta di quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottiene:



SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	68	0.097	2.343	0.310
SLD	113	0.127	2.332	0.326
SLV	1068	0.367	2.346	0.395
SLC	2193	0.473	2.445	0.427

Tabella di riepilogo Parametri di pericolosità sismica zona S3

L'opera in esame ricade nella zona sismica denominata S1.

4.3 Categoria di sottosuolo e categoria topografica

Le Categoria di Sottosuolo e le Condizioni Topografiche sono valutate come descritte al punto 3.2.2 del DM 14.01.08, ovvero:

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 3.2.III – Categorie aggiuntive di sottosuolo.

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella di riepilogo Categoria di Sottosuolo e Topografiche DM 14.01.08

Note la Categoria di Sottosuolo e le Condizioni Topografiche, la costruzione degli spettri passa infine attraverso la definizione dei coefficienti di Amplificazione Stratigrafica (S_s e C_c) e Topografica (S_T), mediante le indicazioni di cui alle tab 3.2.V e 3.2.VI del DM 14.01.08, che si ripropongono nel seguito per chiarezza espositiva:

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_S e di C_C

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Per il caso in esame, come riportato all'interno della relazione geotecnica e di calcolo del lotto in esame (lotto1) (cod. elaborato IF0H02D 11CLGE0001004A), risulta una categoria di sottosuolo di tipo C e una classe Topografica T1.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B	FOGLIO 23 di 101

5 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Il Viadotto Calore Torallo - VI05, a doppio binario, si estende dal km 20+474,00 al km 21+238,50 della Tratta Canello-Benevento - II° Lotto Funzionale Frasso Telesino-Vitulano per uno sviluppo complessivo di 764,5 m in corrispondenza del Fiume Calore ed è costituito da 25 campate isostatiche di cui:

- ✓ n°22 campate di luce $L=25,00\text{m}$ (asse pila-asse pila): ciascun impalcato è costituito da n°4 travi a cassoncino in c.a.p. di luce di calcolo $L_c=22,80\text{m}$ disposte ad un interasse di 2,48m e collegate trasversalmente da n°4 trasversi in c.a.p. con cavi post-tesi. Completa l'impalcato una soletta in c.a. gettata in opera di larghezza complessiva pari a 13,70m.
- ✓ 2 campate (tra le pile P5 e P6 e tra le pile P7 e P8) di luce in asse sottostrutture pari a 45.00 m, realizzate con implacati della tipologia misto acciaio-calcestruzzo. L'adozione di tali campate speciali si è resa necessaria per sovrappassare, con il minimo intervento possibile delle interferenze idrauliche presente nella zona.
- ✓ 1 campata(tra le pile P6 e P7) di luce in asse sottostrutture pari a 65.00 m, realizzata con implacato della tipologia misto acciaio-calcestruzzo.

L'adozione di "campate speciali" (45,00m-65,00m-45,00m di cui sopra) per lo scavalco del Fiume Calore è stata dettata da motivazioni di carattere idraulico, alla vicinanza del viadotto stradale esistente della S.S. *Fondo Valle Isclero* immediatamente più a valle, nonché dall'esigenza di garantire il rispetto dei franchi idraulici minimi sul livello di piena di progetto.

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento della Spalla B, mobile, sulla quale grava un impalcato isostatico in c.a.p. di lunghezza pari a 25 m.

Il muro frontale presenta un'altezza spiccato - p.f. pari a 9.23 m ed uno spessore pari a 2.00 m mentre i muri di risvolto presentano uno spessore pari a 1.00 m. La fondazione è costituita da una platea su 18 pali disposti a quinconce.

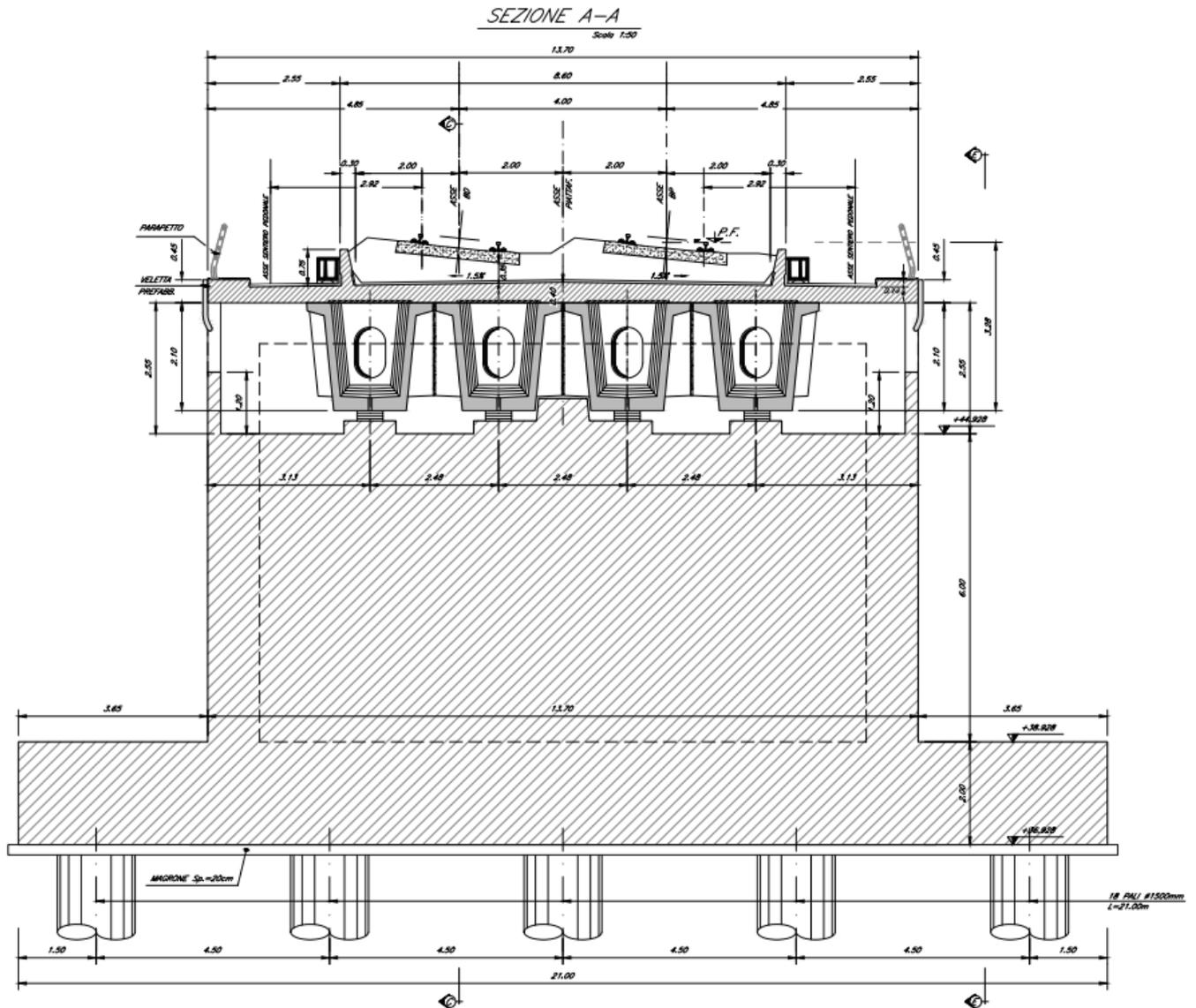


Figura 2 – Prospetto frontale della spalla B

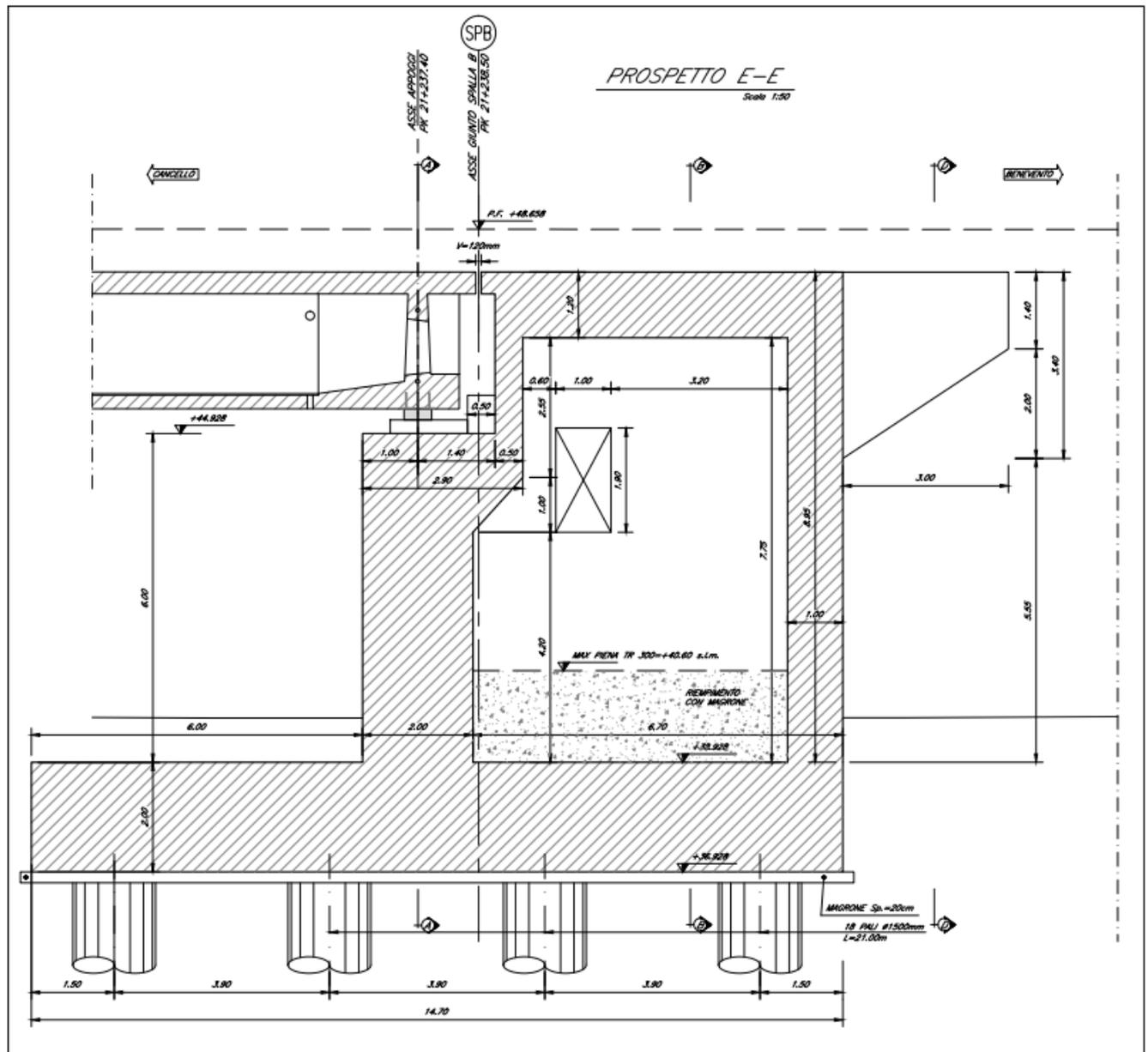


Figura 3 – Sezione longitudinale della spalla B

Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	26 di 101

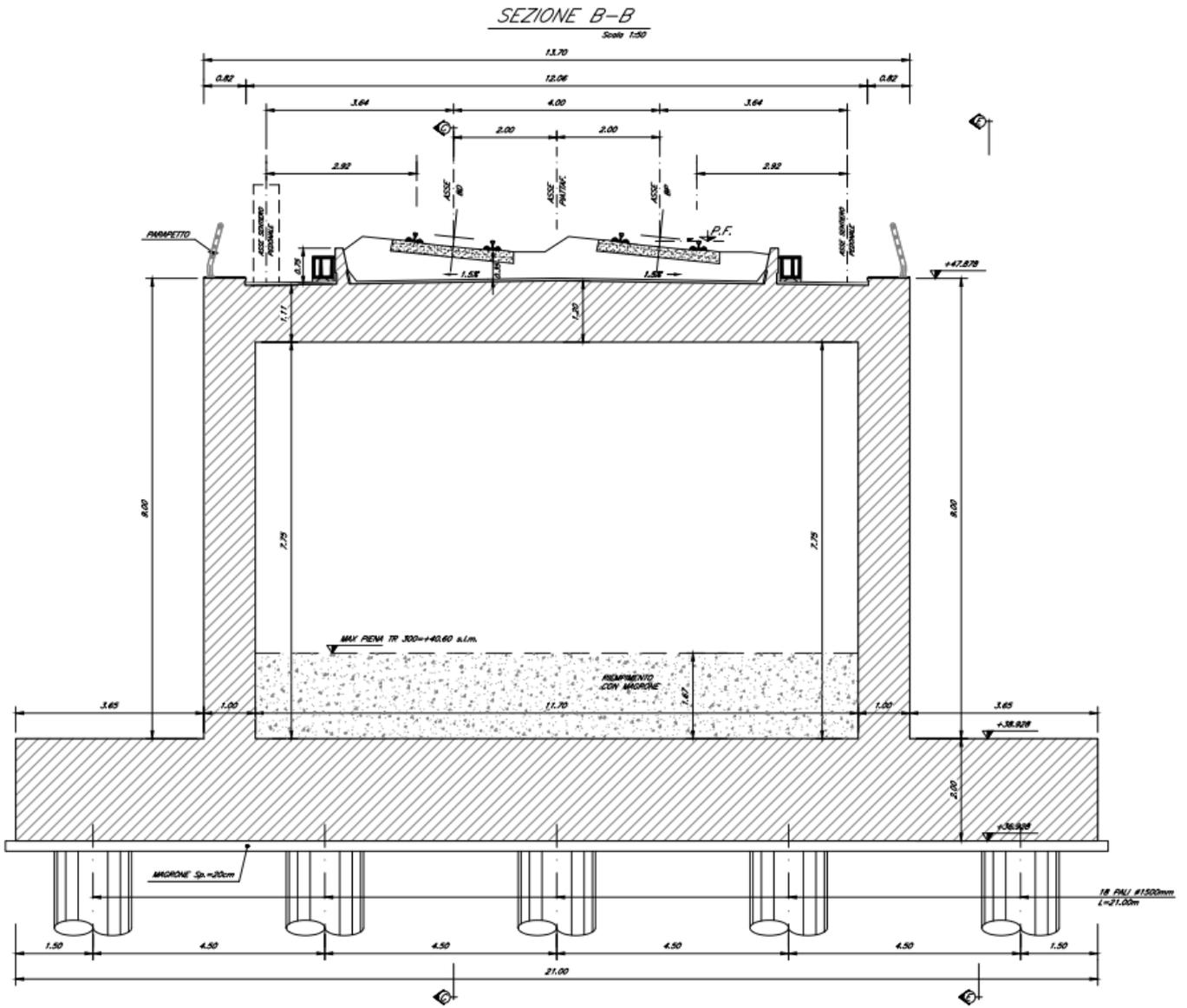


Figura 4 – Sezione trasversale della spalla B

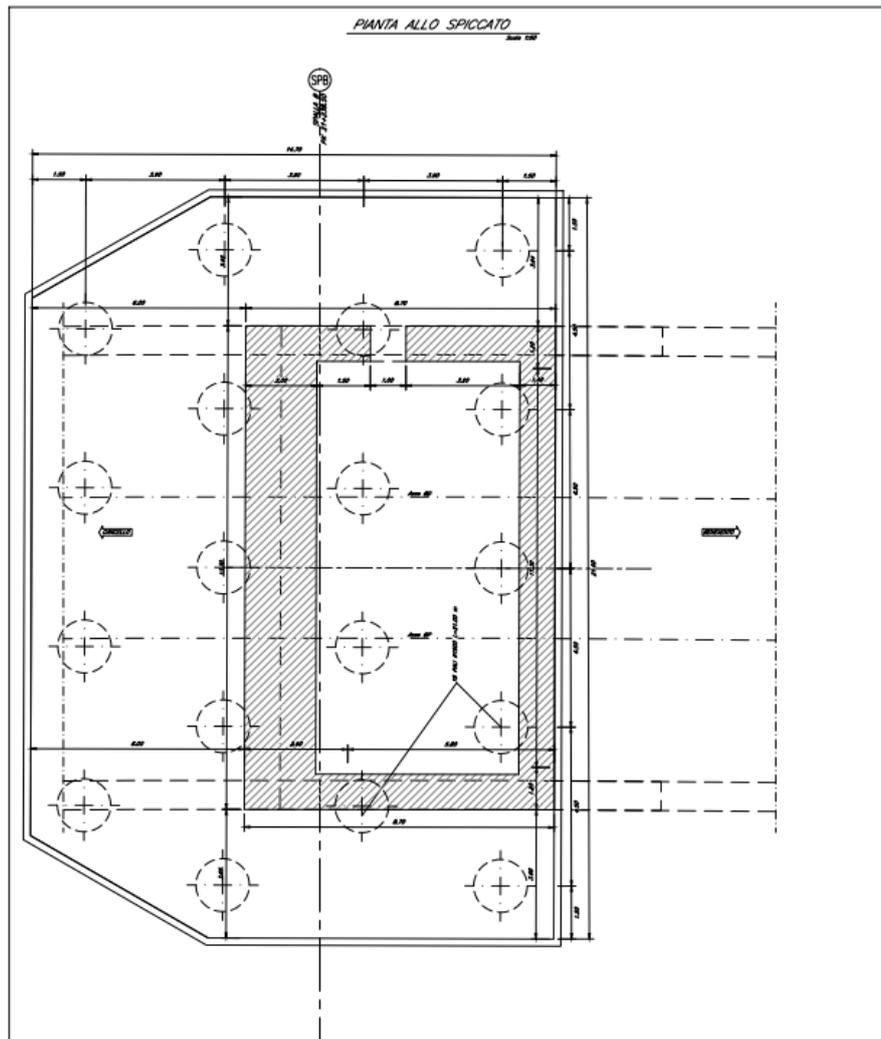


Figura 5 – Pianta allo spiccato fondazione della spalla B

Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	28 di 101

6 ANALISI DEI CARICHI

Di seguito si riporta l'analisi dei carichi agenti sulla spalla derivanti dall'impalcato afferente. Le azioni e le reazioni riportate sono riferite al seguente sistema di riferimento:

asse 1 o asse X : asse longitudinale;

asse 2 o asse Y : asse trasversale;

asse 3 o asse Z : asse verticale.

6.1 Permanenti strutturali

6.1.1 Peso proprio impalcato (G1)

L'impalcato a singola campata isostatica, di campata pari a 25 m in asse ai giunti (22,80 m asse appoggi), è costituito da 4 cassoncini in c.a.p. solidarizzati da trasversi gettati in opera. La soletta è di spessore variabile tra 30 cm e 40 cm ed è anch'essa gettata in opera su predalles prefabbricate.

I carichi dovuti al peso proprio degli impalcati sono calcolati sulla base delle caratteristiche geometriche e del peso unitario di ciascun elemento. Alle reazioni è stato aggiunto l'effetto del attrito dei vincoli (forza longitudinale) valutato nella misura del 4% dei carichi verticali.

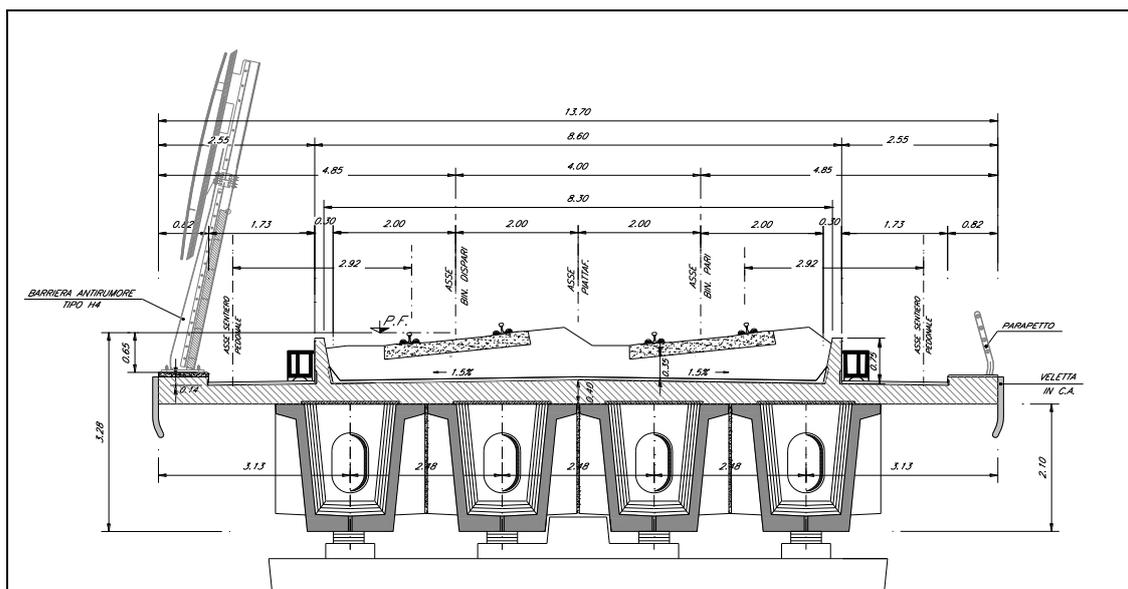


Figura 6 – Sezione trasversale impalcato L=25 m

IMPALCATO

Peso proprio travi

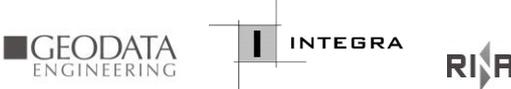
A,1 sezione testata =	2,01	m2
A,1 sezione media transizione =	1,60	m2
A,1 sezione corrente =	1,13	m2
L,testata =	1,50	m
L,zona transizione =	3,60	m
L,corrente =	19,20	m
L,tot =	24,30	m
V,1 trave =	30,47	m3
peso unitario travi =	25,00	kN/m3
P,1 trave =	761,78	kN

Peso proprio trasversi

A,1 sez trasverso testata =	2,76	m2
A,1 sez trasverso corrente =	3,64	m2
s,trasverso testata =	0,40	m
s,trasverso corrente =	0,25	m
V,1 trave trasversi =	4,03	m3
peso unitario trasversi =	25,00	kN/m3
P,1 trave trasv =	100,70	kN

Peso proprio totale travi e trasversi

P,1 trave+trasv =	862,48	kN
N,travi =	4,00	

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B	FOGLIO 30 di 101

P,tot travi+trasv = 3449,90 kN

Peso proprio soletta

A soletta = 5,05 m²
 L impalcato = 25,00 m
 peso unitario soletta = 25,00 kN/m³

P soletta = 3156,25 kN

Peso proprio totale impalcato

Peso impalcato = 6606,15 kN

Risultanti reazioni vincolari

F_{Long} = 132 kN
 F_{Trasv} = 0
 N_{Vert} = 3303 kN
 M_{Long} = 0
 M_{Trasv} = 0

6.1.2 Peso proprio spalla (SP_Gk1)

I carichi afferenti al peso proprio degli elementi costituenti la spalla (elevazione e platea di fondazione) sono calcolati sulla base delle caratteristiche geometriche di ciascun elemento e considerando un peso unitario del calcestruzzo pari a 25,00 kN/m³.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0504 002</td> <td>B</td> <td>31 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	31 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	31 di 101								

6.2 Permanenti non strutturali

I carichi permanenti non strutturali sono costituiti dal peso della massicciata, dal peso delle barriere antirumore, dal peso delle canalette portacavi, dal peso delle velette prefabbricate e peso dei marciapiedi.

6.2.1 *Permanenti Impalcato (G2)*

Secondo il §1.3.2 [3], ove non si eseguano valutazioni più dettagliate, la determinazione dei carichi permanenti portati relativi al peso della massicciata, armamento e dell'impermeabilizzazione potrà effettuarsi assumendo convenzionalmente, per linea in rettilineo, un peso di volume pari a 18,00 kN/m³, applicato su tutta la larghezza media compresa fra i muretti para-ballast, per un'altezza media fra p.f. ed estradosso impalcato pari a 0,80 m. Per i ponti in curva si assume un peso convenzionale di 20 kN/m³.

Secondo il §2.5.1.3.2 [3], nella progettazione di nuovi ponti ferroviari dovranno essere sempre considerati i pesi le azioni e gli ingombri associati all'introduzione delle barriere antirumore, anche nei casi in cui non ne sia originariamente prevista la realizzazione, assumendo un peso pari a 4,00 kN/m² ed un'altezza minima di 4,00 m misurata dall'estradosso della soletta.

Alle reazioni è stato aggiunto l'effetto del attrito dei vincoli (forza longitudinale) valutato nella misura del 4% dei carichi verticali.

IMPALCATO

Peso ballast

p,ballast rettilineo =	18,00 kN/m ³
p,ballast curva =	20,00 kN/m ³
tracciato in curva (S/N) =	S
p,ballast =	20,00 kN/m ³
s ballast =	0,80 m
L ballast =	8,30 m
L impalcato =	25,00
P,tot ballast =	3320,00 kN

Peso barriere antirumore

Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	32 di 101

P,barriere =	4,00 kN/m ²
B.A. lato sx =	H4
B.A. lato sdx =	H4
H,barriera sx (min. 4m) =	5,40 m
H,barriera dx (min. 4m) =	5,40 m
L impalcato =	25,00 m

P,tot barriere = 1080,00 kN

Peso cordoli, muretti paraballast, velette

A,cordoli (2) =	0,36 m ²
A,muretti paraballast (2) =	0,287 m ²
A,veletta (2) =	0,19 m ²

P,tot arredi = 521,13 kN

Peso canalette portacavi

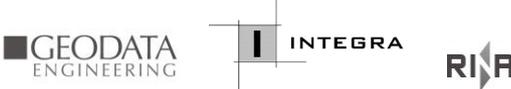
P,canalette (2) =	5,00 kN/m
P,tot canalette =	125,00 kN

Peso impermeabilizzazione

Densità =	21,00 kN/m ³
s spessore =	0,05 m
L ballast =	11,70 m
L impalcato =	25,00 M

P,tot impermeabilizzazione = 307,00 kN

Risultanti reazioni vincolari Totali permanenti impalcato.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B	FOGLIO 33 di 101

$F_{Long} =$	108	kN
$F_{Trasv} =$	0	
$N_{Vert} =$	2677	kN
$M_{Long} =$	0	
$M_{Trasv} =$	0	

6.2.2 *Peso proprio del rilevato a tergo e del ricoprimento dell'aggetto anteriore (SP_Gk2)*

La spalla oggetto di questa relazione è una spalla cava interno la quale è prevista un ricoprimento di 1,20 metri. Il peso di questo ricoprimento è pari a 28,8 kN/mq e viene assegnato alle shell della fondazione interne i muri della spalla.

Per la parte dello sbalzo della platea di fondazione viene considerato un ricoprimento di 50 cm minimo, la presenza del quale viene considerato nel modello come un peso pari a 10 kN/mq. Questo ricoprimento agisce in fase sismica anche come inerzia.

6.2.3 *Spinta del terreno (SP_Gk2_h)*

Di seguito si riportano i parametri geotecnici del terrapieno.

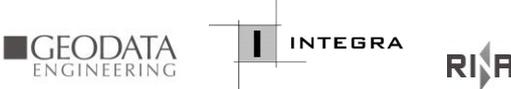
$\gamma_t =$	20 kN/mc	peso di volume rinterro
$\phi' =$	38 °	angolo di attrito del rinterro
$c' =$	0 kPa	coesione efficace

Nell'ipotesi di spostamenti molto piccoli della struttura rispetto al terreno, la spinta del terrapieno viene valutata sulla base dello stato di riposo:

$$S(z) = k_0 \cdot \gamma_T \cdot z = 7.68 \cdot z$$

in cui $k_0 = 1 - \sin\phi = 0.384$ è il coefficiente di spinta a riposo

Si deve notare che essendo presente una fondazione su pali si ipotizza che la spalla sia impedita di traslare rispetto al terreno. La spinta sia in condizioni di esercizio che in condizioni sismiche viene calcolata con il coefficiente di spinta a riposo k_0 .

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B	FOGLIO 34 di 101

6.2.4 *Permanenti spalla (Gk3-SP)*

Secondo il §1.3.2 [3], ove non si eseguano valutazioni più dettagliate, la determinazione dei carichi permanenti portati relativi al peso della massicciata, armamento e dell'impermeabilizzazione potrà effettuarsi assumendo convenzionalmente, per linea in rettilineo, un peso di volume pari a 18,00 kN/m³, applicato su tutta la larghezza media compresa fra i muretti para-ballast, per un'altezza media fra p.f. ed estradosso impalcato pari a 0,80 m. Per i ponti in curva si assume un peso convenzionale di 20 kN/m³.

Nel modello di calcolo il peso del ballast viene applicato con un valore pari a 16 kN/mq sulla soletta superiore.

6.2.5 *Spinta permanenti spalla (Gk3-SP_h)*

Inoltre il peso del ballast è considerato come un sovraccarico sul rilevato dietro il muro posteriore che determina un'ulteriore spinta sul muro della spalla. Il valore della spinta ballast è definita come pressione sul modello.

6.3 Carichi da traffico

Le azioni variabili verticali sono state definite in accordo con il manuale di *progettazione RFI 2016*.

6.3.1 *Treni di carico*

Treno LM71

- Distribuzione longitudinale dei carichi assiali Q_{vk}

$$q_{vk} = 80 \text{ kN/m}$$

$$Q_{vk} = 250 \text{ kN}$$

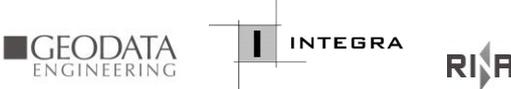
$$\alpha = 1.1 \text{ (coefficiente di adattamento)}$$

Treno SW/ 2

- Distribuzione longitudinale dei carichi

$$q_{vk} = 150 \text{ kN/m}$$

$$\alpha = 1.0 \text{ (coefficiente di adattamento)}$$

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B

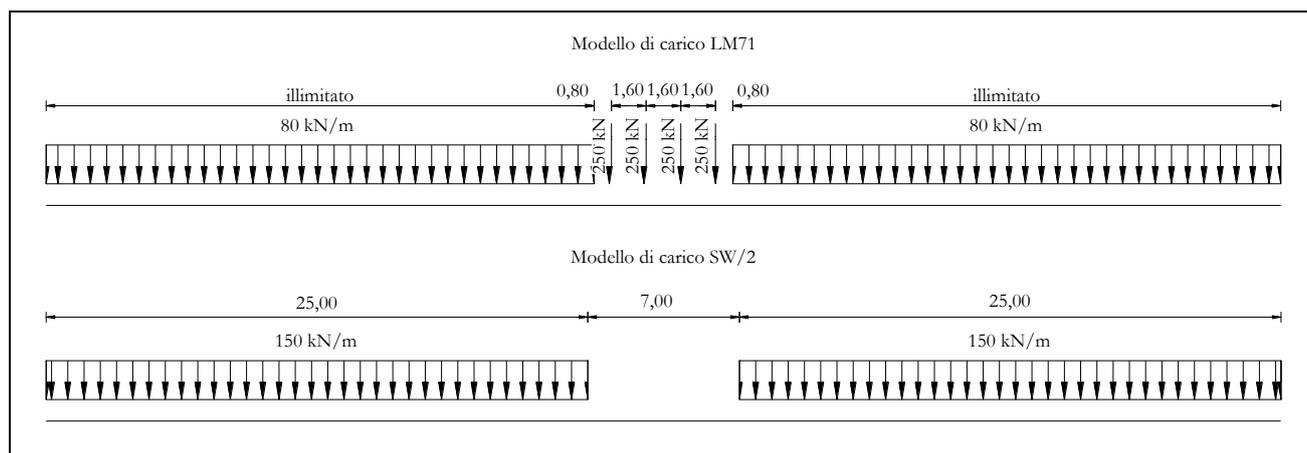


Figura 7 – Modelli di carico teorici

I valori caratteristici dei carichi attribuiti ai modelli di carico devono essere moltiplicati per il coefficiente α che deve assumersi come da tabella seguente:

Modello di carico	Coefficiente α
LM71	1,10
SW/2	1,00

I valori caratteristici dei carichi attribuiti ai modelli di carico devono essere moltiplicati per il coefficiente Φ che tiene conto dell'amplificazione dinamica.

$$\phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = \frac{2.16}{\sqrt{22.8 - 0.2}} + 0.73 = 1.202$$

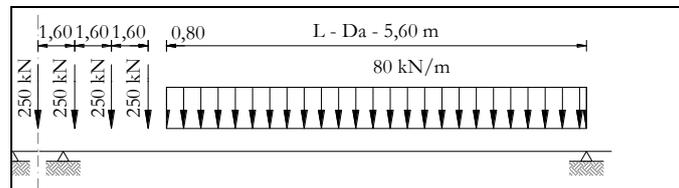
Per la descrizione dei carichi da traffico, in relazione alle disposizioni trasversali e longitudinali dei carichi lungo l'impalcato si veda l'elaborato di calcolo dell'impalcato c.a.p L= 25m.

In aggiunta ai carichi provenienti dall'impalcato, si considera la presenza di un sovraccarico accidentale gravante sulla spalla e sul cuneo di spinta a tergo di essa, mediante l'applicazione di un carico uniformemente distribuito pari a $q= 40\text{kN/mq}$.

Alle reazioni è stato aggiunto l'effetto del attrito dei vincoli (forza longitudinale) valutato nella misura del 4% dei carichi verticali.

6.3.1.1 Traffico LM71 (Q1,1a)

Disposizione 2 - Modello di carico LM71



$$F_3 = 1530,51 \text{ kN}$$

$$\alpha = 1,10$$

$$\text{eccentricità} = -1,92 \text{ m}$$

Coeff. di amplificazione dinamica

$$\varphi = 1,20$$

Risultanti reazioni vincolari

$$F_{\text{Long}} = 81 \text{ kN}$$

$$F_{\text{Trasv}} = 0$$

$$N_{\text{Vert}} = 2024,6 \text{ kN}$$

$$M_{\text{Long}} = 0 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{Trasv}} = -3886 \text{ kNm}$$

6.3.1.2

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0504 002</td> <td>B</td> <td>37 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	37 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	37 di 101								

6.3.1.3 Traffico 2 LM71 (Q1,2a)

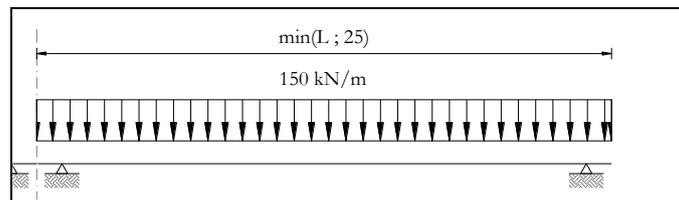
I valori di N ottenuti in precedenza vanno raddoppiati. L'eccentricità si assume pari a 0.08m.

Risultanti reazioni vincolari

$F_{Long} =$	162 kN
$F_{Trasv} =$	0
$N_{Vert} =$	4047 kN
$M_{Long} =$	0 kNm
$M_{Trasv} =$	324 kNm

6.3.1.4 Traffico SW/2 (Q1,1b)

Disposizione 2 - Modello di carico SW/2



Modello di carico SW/2

$$F_3 = 1875,00 \text{ kN}$$

$$\alpha = 1,00$$

$$\text{eccentricità} = 2,00 \text{ m}$$

Coeff. di amplificazione dinamica

$$\varphi = 1,20$$

Risultanti reazioni vincolari

$$F_{\text{Long}} = 90 \text{ kN}$$

$$F_{\text{Trasv}} = 0$$

$$N_{\text{Vert}} = 2254 \text{ kN}$$

$$M_{\text{Long}} = 0$$

$$M_{\text{Trasv}} = 4508 \text{ kNm}$$

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0504 002</td> <td>B</td> <td>39 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	39 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	39 di 101								

6.3.1.5 Traffico LM71 + SW/2 (Q1,2b)

Si sommano i valori ottenuti in precedenza

Risultanti reazioni vincolari

$F_{Long} =$	171 kN
$F_{Trasv} =$	0
$N_{Vert} =$	4277 kN
$M_{Long} =$	0
$M_{Trasv} =$	622 kNm

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0504 002</td> <td>B</td> <td>40 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	40 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	40 di 101								

6.3.1.6 Azioni sulla spalla (Sp_Qk, SP_Qk_h)

Si considera la presenza di un sovraccarico accidentale gravante sulla spalla e sul cuneo di spinta a tergo di essa, mediante l'applicazione di un carico uniformemente distribuito pari a $q = 40 \text{ kN/mq}$.

Analogamente sul cuneo di spinta si considera una spinta pari a $Q = 0.384 \times 40 \text{ kN/mq}$. Tale spinta è applicata sulla larghezza di 8.5m.

6.3.2 Azioni di avviamento e frenatura

Le azioni di frenatura e avviamento sono costituite da forze uniformemente distribuite su una lunghezza di binario L determinata per ottenere l'effetto più gravoso sull'elemento strutturale considerato. I valori da considerare sono i seguenti:

- ✓ avviamento: $Q_{la,k} = 33 \text{ kN/m} \cdot L \leq 1000 \text{ kN}$
per i modelli di carico LM71, SW/2
- ✓ frenatura: $Q_{lb,k} = 20 \text{ kN/m} \cdot L \leq 6000 \text{ kN}$ per i modelli di carico LM71
 $Q_{lb,k} = 35 \text{ kN/m}$ per i modelli di carico SW/2

I valori caratteristici dell'azione di frenatura e di avviamento devono essere moltiplicati per α e non devono essere moltiplicati per Φ .

Nel caso di ponti a doppio binario si devono considerare due treni in transito in versi opposti, uno in fase di avviamento e l'altro in fase di frenatura.

6.3.2.1 Avviamento (Qa)

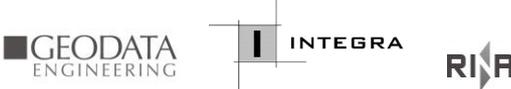
La spalla è mobile le azioni sono nulle.

6.3.2.2 Frenatura LM71 (Qf1)

La spalla è mobile le azioni sono nulle.

6.3.2.3 Frenatura SW2 (Qf2)

La spalla è mobile le azioni sono nulle.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0504 002</td> <td>B</td> <td>41 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	41 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	41 di 101								

6.3.3 Forza centrifuga

L'azione centrifuga è schematizzata come una forza agente in direzione orizzontale perpendicolarmente al binario e verso l'esterno della curva, applicata ad 1,80 m al di sopra del p.f.. Il valore caratteristico della forza centrifuga si determina in accordo con la seguente espressione:

$$Q_{tk} = V^2 \cdot f \cdot (\alpha \cdot Q_{vk}) / (127 \cdot R)$$

dove

- V velocità di progetto espressa in km/h
- Q_{vk} valore caratteristico dei carichi verticali
- R raggio di curvatura in m
- f fattore di riduzione (rif. §1.4.3.1 [3])

Per il modello di carico LM71 si considera:

- a) modello di carico LM71 e forza centrifuga calcolata per la massima velocità di progetto.

6.3.3.1 Centrifuga LM71 (Qc1a) e Centrifuga SW/2 (Qc1b)

LM71

v = v_{max}

Raggio minimo = 1300,00 m

Velocità massima = 200,00 km/h

L_f = 25,00 m

f = 0,69

Q_v = 1530,51 kN

Q_h = 281,35 kN

h rispetto a intradosso imp. = 5,08 m

Risultanti reazioni vincolari

$$\begin{aligned}
 F_{\text{Long}} &= 0 \\
 F_{\text{Trasv}} &= 141 \text{ kN} \\
 N_{\text{Vert}} &= 0 \\
 M_{\text{Long}} &= 0 \\
 M_{\text{Trasv}} &= 715 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

SW/2

$$\begin{aligned}
 v_{\text{max}} &= 100 \text{ km/h} \\
 \text{Raggio minimo} &= 1300,00 \text{ m} \\
 \text{Velocità (100 km/h)} &= 100,00 \text{ km/h} \\
 f(1) &= 1,00 \\
 Q_v &= 1875,00 \text{ kN} \\
 Q_{h,\text{max}} &= 124,92 \text{ kN} \\
 h \text{ rispetto a intradosso imp.} &= 5,08 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Risultanti reazioni vincolari

$$\begin{aligned}
 F_{\text{Long}} &= 0 \\
 F_{\text{Trasv}} &= 62 \text{ kN} \\
 N_{\text{Vert}} &= 0 \\
 M_{\text{Long}} &= 0 \text{ kNm} \\
 M_{\text{Trasv}} &= 317 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0504 002</td> <td>B</td> <td>43 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	43 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	43 di 101								

6.3.4 Serpeggio (QS)

La forza laterale indotta dal serpeggio si schematizza come una forza concentrata agente orizzontalmente perpendicolarmente all'asse del binario.

Il valore caratteristico di tale forza è assunto pari a 100 kN. Tale valore deve essere moltiplicato per α ma non per il coefficiente di amplificazione dinamica.

IMPALCATO

Serpeggio LM71

Forza serpeggio = 100 kN

α = 1,10

h rispetto a intradosso imp. = 3,28 m

Risultanti reazioni vincolari

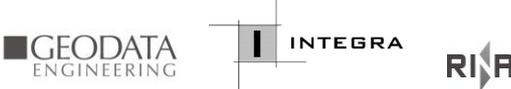
F_{Long} = 0

F_{Trasv} = 110 kN

N_{Vert} = 0

M_{Long} = 0 kNm

M_{Trasv} = 361 kNm

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B	FOGLIO 44 di 101

6.4 Carichi variabili

6.4.1 Azioni del vento (Q_w)

L'azione del vento viene ricondotta ad un'azione statica equivalente costituita da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici.

La pressione del vento è data dalla seguente espressione:

$$p = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d$$

- dove
- q_b pressione cinetica di riferimento
 - C_e coefficiente di esposizione
 - C_p coefficiente di forma
 - C_d coefficiente dinamico, posto generalmente pari a 1

Di seguito si riporta il dettaglio del calcolo di tali fattori per l'opera in oggetto.

6.4.1.1 Pressione cinetica di riferimento

La pressione cinetica di riferimento si determina mediante l'espressione:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \text{ (in N/m}^2\text{)}$$

- dove
- v_b velocità di riferimento
 - ρ densità dell'aria, convenzionalmente posta pari a 1,25 kg/m³

Di seguito si determina la pressione di riferimento sulla base dei parametri caratteristici del sito e il tempo di ritorno dell'opera in oggetto:

Parametri dipendenti dal sito

Zona =	3
$v_{b,0}$ =	27,00 m/s
a_0 =	500,00 m
k_a =	0,02 1/s

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0504 002</td> <td>B</td> <td>45 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	45 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	45 di 101								

Altitudine del sito

as = 40 m s.l.m.
vb = 27,00 m/s

Tempo di ritorno

TR = 75 anni
 $\alpha_R(TR) = 1,02$
vb(TR) = 27,63 m/s

Pressione di riferimento

qb = 477,25 N/m²

6.4.1.2 Coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione c_e dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito e si determina mediante l'espressione:

$$c_e(z) = k_r \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

dove k_r, z_0, z_{\min} sono parametri che dipendono dalla categoria di esposizione del sito;
 c_t è il coefficiente di topografia, posto generalmente pari a 1

Di seguito si determina il coefficiente di esposizione sulla base della classe d'esposizione e l'altezza z del punto considerato, posta pari alla massima quota del complesso impalcato, barriere antirumore, sagoma del treno. A tal proposito il §1.4.4.2 [3] impone di considerare il treno come una superficie piana continua convenzionalmente alta 4,00 m sul p.f.. L'azione del vento dovrà comunque considerarsi agente sulle b.a. presenti considerando la loro altezza effettiva se disponibile oppure un'altezza convenzionale di 4,00 m misurati dall'estradosso della soletta qualora le b.a. non siano previste al momento della redazione del progetto.

Categoria di esposizione

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0504 002</td> <td>B</td> <td>46 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	46 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	46 di 101								

Classe di rugosità = **D**
Distanza dalla costa = **< 30 km**

Categoria di esposizione = **II**
 $k_r = 0,19$
 $z_0 = 0,05$ m
 $z_{min} = 4,00$ m

Quota di riferimento z

H spalla fino a intradosso imp. = **9,23** m
H imp. fino a p.f. = **3,28** m
H b.a. su p.f. = **4,67** m
H min b.a. su p.f. = **3,35** m
H treno su p.f. = **4,00** m

z di riferimento = **24,53** m

Coefficiente di esposizione

ce = **3,11**

6.4.1.3 Coefficiente di forma dell'impalcato

Il coefficiente di forma dell'impalcato e l'area di riferimento per il calcolo della forza risultante si determinano in base ai criteri enunciati nel §8.3.1 [9].

A tal proposito si riconduce il coefficiente di forma c_p al coefficiente di forza $c_{f_x,0}$. Il coefficiente di forza $c_{f_x,0}$ si determina in base al rapporto tra larghezza b e altezza totale dell'impalcato d_{tot} .

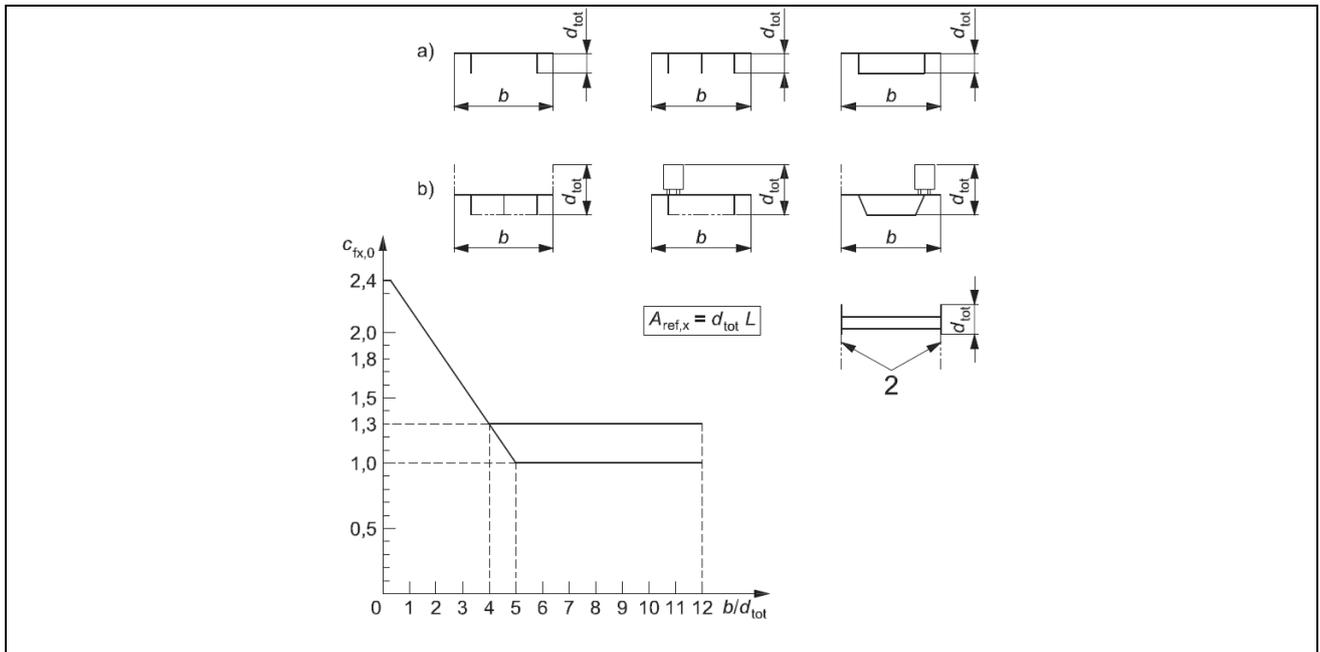


Figura 8 – Correlazione tra il rapporto b/d_{tot} e coefficiente di forma $c_{fx,0}$ (figura 8.3 EC1-4)

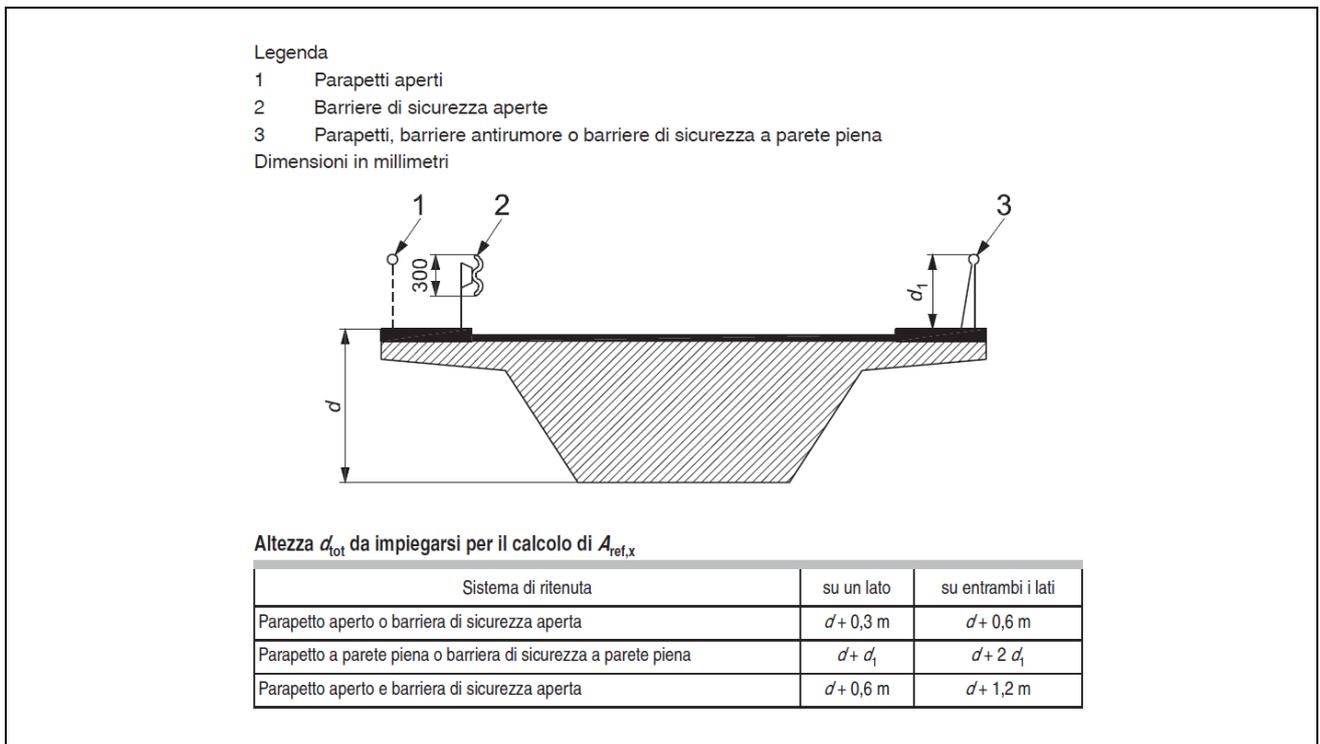


Figura 9 – Criteri per la determinazione dell'area di riferimento (figura 8.5 EC1-4)

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B

L'area da considerare per il calcolo della risultante di forza si definisce come la somma di tutte le superfici proiettate dall'impalcato nel piano longitudinale, comprese le barriere e la sagoma dei veicoli.

Per il caso in esame si ha:

$$c_p = 1.90$$

6.4.1.4 Azione del vento sull'impalcato

Di seguito si procede al calcolo dell'azione del vento sull'impalcato in relazione ai parametri determinati nei paragrafi precedenti.

Come scarico dall'impalcato per il vento abbiamo $F_y = 325,71$ kN e momento $M = 1237,7$ kNm.

Risultanti reazioni vincolari

$F_{Long} =$	0
$F_{Trasv} =$	325.7 kN
$N_{Vert} =$	0
$M_{Long} =$	0 kNm
$M_{Trasv} =$	1237.7 kNm

6.4.2 Azioni variabili sul marciapiede (Q_m)

$L_m =$	1,75 m	(larghezza trasversale singolo marciapiede)
$q_{13} =$	10,00 KN/m ²	(carico variabile per unità di superficie zona marciapiedi)

$tot.Q_m =$	17,5 KN/m	(carico variabile sui marciapiedi per metro lineare longitudinale 1 marciapiede carico)
$et(m) =$	5,20 m	eccentricità trasversale di calcolo

Risultanti reazioni vincolari

$F_{Long} =$	0
$F_{Trasv} =$	0 kN
$N_{Vert} =$	218.8 kN
$M_{Long} =$	0 kNm
$M_{Trasv} =$	1137 kNm

Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	49 di 101

tot.Qm 2 = **35,0** KN/m (carico variabile sui marciapiedi per metro lineare longitudinale 2 marciapiedi carichi)
 et(m) = **0,10** m eccentricità trasversale di calcolo

Qm2 (2 Marciapiedi carichi)

N	ML	MT	TL	TT	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
385,00	0,0	38,5	0,0	0,0	Scarichi su spalla mobile
385,00	0,0	38,5	0,0	0,0	Scarichi su spalla fissa

Risultanti reazioni vincolari

F_{Long} = 0
 F_{Trasv} = 0 kN
 N_{Vert} = 437.5 kN
 M_{Long} = 0 kNm
 M_{Trasv} = 43.75 kNm

6.4.3 Azioni aerodinamiche indotte dal transito dei convogli

Per la valutazione delle azioni aerodinamiche indotte dal transito dei convogli si è fatto riferimento a quanto riportato al punto 2.5.1.4.6 delle istruzioni RFI [RFI DTC SICS MA IFS 001 con riferimento al caso di "Superfici verticali parallele al binario".

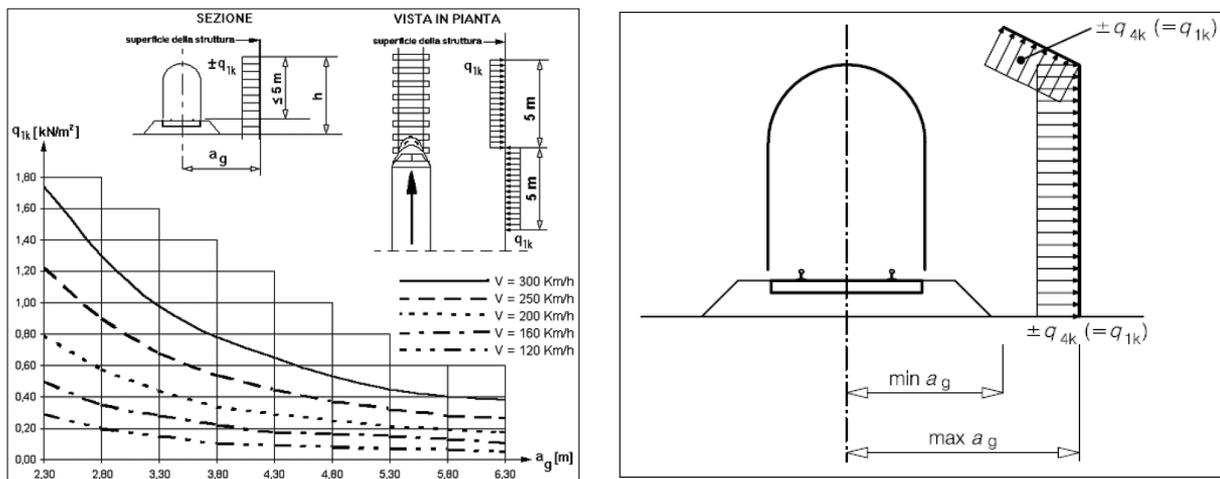
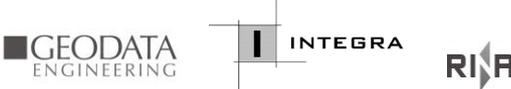


Figura 10 – Valori caratteristici delle azioni e definizione della distanza minima e massima della barriera dal convoglio [NTC – Fig. 5.2.8 e 5.2.11]

	<p>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0504 002</td> <td>B</td> <td>50 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	50 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	50 di 101								

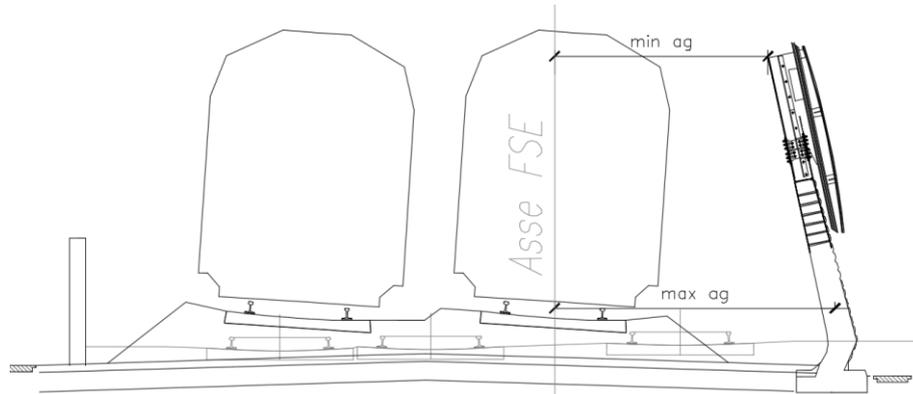


Figura 11 – Criterio di valutazione della distanza minima e massima del convoglio dalla barriera per i casi in esame

Per la linea in esame è possibile considerare, cautelativamente, convogli con forme aerodinamiche sfavorevoli e aventi velocità di linea pari a 200 km/h. Pertanto si ha:

- Impalcato L=25m

$d_{med} = 4.00m$

$q_{ak} = 0.35kN/mq$

$h_{barriera} = 5.05m$

6.4.3.1 C
ari
co
su
1
m
ar
ci
ap
ie
de
(Q
ae

1)

Risultanti reazioni vincolari

$F_{Long} =$	0 kN
$F_{Trasv} =$	22 kN
$N_{Vert} =$	0 kN
$M_{Long} =$	0 kNm
$M_{Trasv} =$	128 kNm

6.4.3.2 C
ari
co
su
2
m
ar
ci
ap
ie
de
(Q
ae
2)

Risultanti reazioni vincolari

$F_{Long} =$	0 kN
$F_{Trasv} =$	44 kN
$N_{Vert} =$	0 kN
$M_{Long} =$	0 kNm
$M_{Trasv} =$	0 kNm

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0504 002</td> <td>B</td> <td>52 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	52 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	52 di 101								

6.5 Azioni climatiche (Q7)

6.5.1 Azioni termiche uniformi (Q7_TL)

Si considera una variazione termica uniforme $\Delta T = 15.0^{\circ}\text{C}$ sugli elementi della struttura in elevazione, adottando per il coefficiente di dilatazione termica un valore $\alpha = 10 \times 10^{-6}$.

6.5.1 Azioni termiche differenziali (Q7_TU)

Si considera una variazione termica differenziale $\Delta T = 5.0^{\circ}\text{C}$ su tutti gli elementi della struttura in elevazione, adottando per il coefficiente di dilatazione termica un valore $\alpha = 10 \times 10^{-6}$.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B

6.6 Ritiro (Q8_SH)

Si considera una variazione termica uniforme equivalente $\Delta T = -10.41^\circ\text{C}$ sulla soletta superiore. Il calcolo viene condotto secondo le indicazioni nell'EUROCODICE 2-UNI EN1992-1-1 Novembre 2005 e D.M.14-01-2008.

ClS a t=0

$f_{ck} =$	32 Mpa
$f_{cm} =$	40 MPa
$\alpha =$	0,00001
$E_{cm} =$	33345764 kN/m ²
cls tipo =	R
k =	1 coef. di correzione di E_{cm}

$$E_{cm} = 33345764 \text{ kN/m}^2$$

Tempo e ambiente

$t_s =$	2 gg	età del calcestruzzo in giorni, all'inizio del ritiro per essiccamento
$t_o =$	2 gg	età del calcestruzzo in giorni al momento del carico
$t =$	25550 gg	età del calcestruzzo in giorni
$h_o = 2A_c/u =$	2400 mm	dimensione fittizia dell'elemento di cls
$A_c =$	1200000 mm ²	sezione dell'elemento
$u =$	1000 mm	perimetro a contatto con l'atmosfera
$RH =$	75 %	umidità relativa percentuale

Coefficiente di viscosità $\phi(t, t_o)$ e modulo elastico E_{ct} a tempo "t"

$$\phi(t, t_o) = \phi_o \beta_c(t, t_o) = 1,979$$

$$\phi_o = \phi RH \beta_{\chi}(f_{cm}) \beta_{\chi}(t_o) = 2,011 \text{ coefficiente nominale di viscosità}$$

$$\phi_{RH} = 1 + \left[\frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt{h_o}} \alpha_1 \right] \alpha_2 = 1,166 \text{ coefficiente che tiene conto dell'umidità}$$

$$\alpha_1 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.7} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa} \end{cases} = 0,911 \text{ coeff. per la resistenza del cls}$$

$$\alpha_2 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.2} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa} \end{cases} = 0,974 \text{ coeff. per la resistenza del cls}$$

$$\beta_c(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = 2,656313 \text{ coefficiente che tiene conto della resistenza del cls}$$

$$\beta_c(t_o) = \frac{1}{(0.1 + t_o^{0.20})} = 0,649 \text{ coefficiente per l'evoluzione della viscosità nel tempo}$$

Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	54 di 101

$\alpha = 1$ coefficiente per il tipo di cemento (-1 per Classe S, 0 per Classe N, 1 per Classe R)

S	-1
N	0
R	1

$\beta_e(t, t_0) = \left[\frac{(t - t_0)}{(\beta_H + t - t_0)} \right]^{0.3} = 0,984$ coeff. per la variabilità della viscosità nel tempo

$\beta_H = 1.5 \left[1 + (0.012 \cdot RH)^{18} \right] h_0 + 250 \cdot \alpha_3 \leq 1500 \cdot \alpha_3 = 1403,1$ coefficiente che tiene conto dell'umidità relativa

$\alpha_3 = \begin{cases} (35 / f_{cm})^{0.5} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa} \end{cases} = 0,935$ coeff. per la resistenza del calcestruzzo

Il modulo elastico al tempo "t" è pari a:

$$E_{cm}(t, t_0) = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(t, t_0)} = 11194799 \text{ kN/m}^2$$

Deformazione di Ritiro

$$\varepsilon_s(t, t_0) = \varepsilon_{sd}(t) + \varepsilon_{ca}(t) = 0,000310 \text{ deformazione di ritiro } \varepsilon(t, t_0)$$

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{da}(t, t_s) K_b \varepsilon_{ca,0} = 0,000255 \text{ deformazione dovuta al ritiro per essiccamento}$$

$$\beta_{da}(t, t_s) = \left[\frac{(t - t_s)}{(t - t_s) + 0.04 \sqrt{h_0^3}} \right] = 0,844533$$

$K_h = 0,7$ parametro che dipende da h_0 secondo il prospetto seguente

Valori di K_h

h_0	K_h
100	1,0
200	0,85
300	0,75
≥500	0,70

Valori di K_h intermedi a quelli del prospetto vengono calcolati tramite interpolazione lineare.

Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	55 di 101

$$\varepsilon_{sd,0} = 0.85 \left[(220 + 110\alpha_{ds1}) \cdot \exp(-\alpha_{ds2} \frac{f_{cm}}{f_{cm0}}) \right] 10^{-6} \beta_{RH} = 0,000432 \text{ deformazione di base}$$

$$\beta_{RH} = 1.55 \left[1 - \left(\frac{RH}{RH0} \right)^3 \right] = 0,896094$$

$$f_{cm0} = 10 \text{ MPa}$$

$$RH0 = 100 \%$$

$$\alpha_{ds1} = 6$$

coefficiente per il tipo di cemento (3 per Classe S per Classe N, 6 per Classe R)

$$\alpha_{ds2} = 0,11$$

coefficiente per il tipo di cemento (0.13 per Class S, 0.12 per Classe N, 0.11 per Classe R)

$$\varepsilon_{cr}(t) = \beta_{sz}(t) \varepsilon_{crao} = 0,000055 \text{ deformazione dovuta al ritiro autogeno}$$

$$\beta_{sz}(t) = 1 - \exp(-0.2t^{0.5}) = 1$$

$$\varepsilon_{crao} = 2.5 (f_{ck} - 10) 10^{-6} = 0,000055$$

Variazione termica uniforme equivalente agli effetti del ritiro:

$$\Delta T_{ritiro} = - \frac{\varepsilon_s(t, t_0) \cdot E_{cm}}{(1 + \varphi(t, t_0)) \cdot E_{cm} \cdot \alpha} = -10,41 \text{ } ^\circ\text{C}$$

I fenomeni di ritiro vengono considerati agenti solo sulla soletta di copertura.

Sia il ritiro dei muri in elevazione sia la riduzione del modulo elastico E per effetto della fessurazione riduce gli effetti sopra descritti, in questa sede operando a favore della stabilità si applica 50% della variazione termica calcolata considerando il modulo elastico pieno e nullo il ritiro dei muri.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B

6.7 Azioni sismiche (E)

L'azione sismica di progetto è rappresentata da spettri di risposta definiti in base alla pericolosità sismica di base del sito ove sorge l'opera in oggetto, la vita di riferimento e le caratteristiche del sottosuolo.

Di seguito si riportano i parametri di input utilizzati per la definizione degli spettri di progetto orizzontali e verticali e i grafici degli stessi.

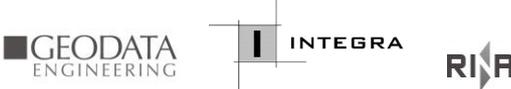
I valori del fattore di struttura q , adottati per la definizione delle azioni sismiche e per il dimensionamento degli elementi secondo i criteri della gerarchia delle resistenze, sono stati definiti in base ai criteri di seguito esplicitati.

Il valore del fattore di struttura q assunto per il dimensionamento delle spalle è pari a 1,0, in accordo con quanto indicato nel §7.9.2.1 [1] per le "strutture che si muovono con il terreno" (vedi Tabella 1).

Tipi di elementi duttili	q_0	
	CD"B"	CD"A"
Pile in cemento armato		
Pile verticali inflesse	1,5	3,5 λ
Elementi di sostegno inclinati inflessi	1,2	2,1 λ
Pile in acciaio:		
Pile verticali inflesse	1,5	3,5
Elementi di sostegno inclinati inflessi	1,2	2,0
Pile con controventi concentrici	1,5	2,5
Pile con controventi eccentrici	-	3,5
Spalle rigidamente connesse con l'impalcato		
In generale	1,5	1,5
Strutture che si muovono col terreno ⁷	1,0	1,0
Archi	1,2	2,0

⁷ Le strutture che si muovono con il terreno non subiscono amplificazione dell'accelerazione del suolo. Esse sono caratterizzate da periodi naturali di vibrazione in direzione orizzontale molto bassi ($T \leq 0,03$ s). Appartengono a questa categoria le spalle connesse, mediante collegamenti flessibili, all'impalcato.

Tabella 1 – Valori del fattore struttura q_0 per differenti tipologie di pile e spalle - tabella 7.9.1 [1]

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B	FOGLIO 57 di 101

6.7.1 Azioni sismiche

Per la valutazione dell'azione sismica associata ai carichi fissi propri e permanenti /accidentali agenti sulle spalle si utilizza il metodo dell'analisi pseudostatica in cui il sisma è rappresentato da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k_h (coefficiente sismico orizzontale) o k_v (coefficiente sismico verticale) secondo quanto di seguito indicato:

$$\text{Forza sismica orizzontale} \quad F_h = k_h W$$

$$\text{Forza sismica verticale} \quad F_v = k_v W$$

I valori dei coefficienti sismici orizzontali k_h e verticale k_v , relativi allo stato limite considerato, sono posti pari all'ordinata dello spettro di progetto corrispondente al periodo $T=0$, per la componente orizzontale, ed a quella corrispondente al periodo proprio $T=T_0$, per la componente verticale.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad (7.11.6)$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad (7.11.7)$$

dove

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g \quad (7.11.8)$$

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Nella precedente espressione, il coefficiente β_m assume i valori riportati nella Tab. 7.11-II.

Per muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m assume valore unitario.

Nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di specifici studi si deve assumere che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B

Tabella 7.11.II - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_m	β_m
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,31	0,31
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,29	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,18

Figura 12 – Coefficienti sismici (estratto D.M. 14/01/2008 p.to 7.11.6.2.1)

Con riferimento al valore da assegnare al coefficiente β_m , si è fatto riferimento alle indicazioni di cui alla Tabella 7.11.II riportata nella stessa sezione della norma, tenendo tuttavia conto della specifica che prescrive, nel caso di muri che non siano in grado di subire spostamenti (quale è il caso delle spalle del viadotto in questione che in virtù della elevata rigidità sia del sistema di fondazione che della parte in elevazione, è interessata da spostamenti trascurabili durante l'evento sismico) un valore del coefficiente β_m pari ad 1.0.

Assumendo tale valore si considera che, cautelativamente, il terreno di riempimento è rigidamente connesso alla spalla e non subisce deformazioni o movimenti relativi rispetto ad essa.

In definitiva risulta:

$a_g/g =$	0.275
$\beta_m =$	1.00
$S_s =$	1.315
$S_T =$	1.00

$K_h =$	0.362	coefficiente sismico orizzontale
$K_v =$	0.181	coefficiente sismico verticale

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B

6.7.1.1 Sisma derivante da impalcato (Elong, Etrasv, Evert)

Sulla scorta dei coefficienti sismici appena valutati, si è proceduto pertanto alla valutazione delle azioni trasmesse dall'impalcato alle sottostrutture, avendo considerato, come mostrato successivamente nella tabella di riepilogo delle combinazioni di carico, il caso più gravoso in termini di massa sismica associata ai carichi variabili, corrispondente in particolare alla Condizioni di doppio binario carico con treno tipo LM71.

Di seguito il riepilogo delle Azioni inerziali:

Impalcato L=25m

RIEPILOGO SCARICHI A TESTA SPALLA MOBILE - CONDIZIONI SISMICHE						
(Sollecitazioni riferite alla sezione del muro in asse Appoggi impalcato)						
Condizione		N	ML	MT	TL	TT
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Sisma Long con 2 LM71	Elong	0	0	0	0	0
Sisma Trasv con 2 LM71	Etrasv	0	0	6246	0	2444
Sisma Vert con 2 LM71	Evert	1222	0	0	0	0

6.7.1.2 Sisma su inerzia spalla (SP_Elong, SP_Etrasv, SP_Evert)

Le masse della spalla e del rinterro sono moltiplicate per kh e kv.

6.7.1.3 Sovrappinta sismica del terreno (SP_Gk2_Elong, SP_Gk2_Etrasv, SP_Gk2_Evert)

In assenza di uno studio più dettagliato che prenda in considerazione la rigidità relativa, il tipo di movimento e la massa dell'opera di sostegno, si assume che la forza dovuta alla spinta dinamica del terreno sia valutata con la teoria di Wood ed agisca con un'inclinazione rispetto alla normale al muro uguale a zero:

$$\Delta S_s = (a_{max}/g) \cdot \gamma \cdot H^2$$

Tale risultante è applicata ad un'altezza pari ad H/2.

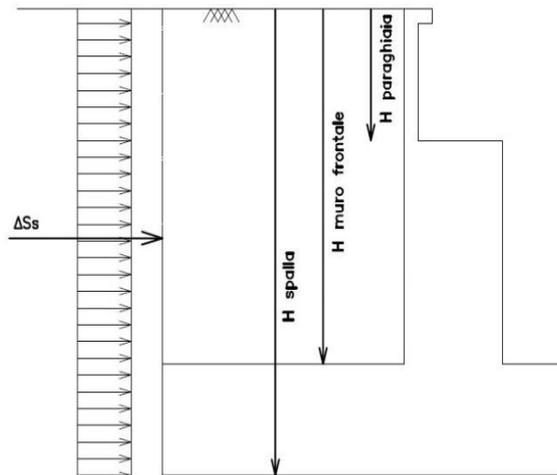


Figura 13: Incremento di spinta sismica

La spinta totale di progetto E_d esercitata dal terrapieno ed agente sull'opera di sostegno in condizioni sismiche è dunque data dalla somma della spinta a riposo, della spinta sismica e della spinta statica data dal sovraccarico accidentale combinata al 20% così come riportato nella Tabella 5.2.V delle NTC2008.

$$E_d = S_{stat} + 0.2 \cdot S_q + \Delta S_s$$

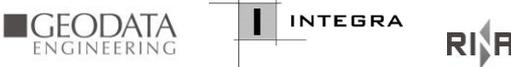
Infine, nel caso specifico non essendo presente la falda a tergo dell'opera, la spinta idrostatica è nulla

6.8 Tabelle riepilogo Scarichi impalcato

Di seguito si riporta un riepilogo degli scarichi trasmessi dall'impalcato alle sottostrutture per ciascuna delle condizioni di carico elementari prese in esame:

RIEPILOGO SCARICHI A TESTA SPALLA FISSA - CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI						
(Sollecitazioni riferite alla sezione del muro in asse Appoggi impalcato)						
Condizione		N	ML	MT	TL	TT
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Permanenti strutturali	G1	3303	0	0	0	0
Permanenti NON strutturali	G2	2677	0	0	0	0
Traffico - 1LM71	Q1,1a	2024	0	3885	0	0
Traffico - 1SW2	Q1,1b	2254	0	4508	0	0
Traffico - 2 LM71	Q1,2a	4047	0	324	0	0
Traffico - 1 LM72 + 1 SW2	Q1,2b	4277	0	622	0	0
Carico variabile 1 Marciapiede	Qm1	218.8	0	1137.5	0	0
Carico variabile 2 Marciapiedi	Qm2	437.5	0	43.75	0	0
Carico Avviamento	Qa	0	0	0	0	0
Frenatura LM71	Qf1	0	0	0	0	0
Frenatura SW2	Qf2	0	0	0	0	0
Centrifuga 1 LM71	Qc1a	0	0	715	0	141
Centrifuga 2 LM71	Qc1b	0	0	1429	0	281
Centrifuga SW2	Qc2	0	0	317	0	62.46
Serpeggio 1 treno	QS1	0	0	360.8	0	110
Serpeggio 2 treni	QS2	0	0	721.6	0	220
Vento	Qw	0	0	1237.7	0	325.71
Azioni aerodinamiche 1 treno	Qae1	0	0	128	0	22
Azioni aerodinamiche 2 treni	Qae2	0	0	0	0	44
Sisma Long con 2 LM71	Ex	0	0	0	0	0
Sisma Trasv con 2 LM71	Ey	0	0	6246	0	2444
Sisma Vert con 2 LM71	Ez	1222	0	0	0	0

Tabella 2 – Sollecitazioni trasmesse dall'impalcato alle sottostrutture

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0504 002</td> <td>B</td> <td>62 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	62 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	62 di 101								

7 COMBINAZIONI DI CARICO

La determinazione delle Sollecitazioni di Progetto utili al dimensionamento strutturale e geotecnico delle opere oggetto del presente documento, è stata condotta utilizzando il metodo agli stati limite, secondo quanto specificato a riguardo al paragrafo 2.6 del DM 14.01.08, con riferimento all'Approccio 2.

Per la definizione dei criteri di combinazione degli effetti prodotti dalle singole condizioni elementari di carico previste sull'opera, si è fatto inoltre riferimento a quanto prescritto al prg 2.5.3 dello stesso DM , di seguito riproposto per completezza :

2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omissi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

Trattandosi nel caso in esame di opere ferroviarie, la definizione dei coefficienti parziali di combinazione (γ) e di partecipazione (ψ) è stata effettuata seguendo a riguardo le specifiche di cui al paragrafo 5.2.3 del DM 14.01.08 nonché quanto indicato nel relativo manuale di progettazione RFI già citato al paragrafo dei documenti di riferimento; nel seguito un estratto significativo sul tema dei documenti citati:

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.

⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.

⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.

⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

⁽¹⁾ 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

⁽²⁾ Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B

Tabella 5.2.III - Carichi mobili in funzione del numero di binari presenti sul ponte

Numero di binari	Binari Carichi	Traffico normale		Traffico pesante ⁽²⁾
		caso a ⁽¹⁾	caso b ⁽¹⁾	
1	Primo	1,0 (LM 71"+SW/0")	-	1,0 SW/2
2	Primo	1,0 (LM 71"+SW/0")	-	1,0 SW/2
	secondo	1,0 (LM 71"+SW/0")	-	1,0 (LM 71"+SW/0")
≥ 3	Primo	1,0 (LM 71"+SW/0")	0,75 (LM 71"+SW/0")	1,0 SW/2
	secondo	1,0 (LM 71"+SW/0")	0,75 (LM 71"+SW/0")	1,0 (LM 71"+SW/0")
	Altri	-	0,75 (LM 71"+SW/0")	-

⁽¹⁾ LM71 "+" SW/0 significa considerare il più sfavorevole fra i treni LM 71, SW/0

⁽²⁾ Salvo i casi in cui sia esplicitamente escluso

Tabella 5.2.IV - Valutazione dei carichi da traffico

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,00	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,00	0,00	1,0 (0,0)	1,0(0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,00	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6; 0,4)	-	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	fessurazione

Azione dominante
⁽¹⁾ Includendo tutti i fattori ad essi relativi (Φ, α , ecc.)
⁽²⁾ La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

Per la ricerca delle condizioni maggiormente gravose in termini di sollecitazioni di progetto sugli elementi, sono state esaminate, per ciascuno dei tre stati limite di verifica previsti dalla normativa (SLE, SLU e Sisma) 4 differenti configurazioni dei carichi variabili, corrispondenti in particolare ai gruppi di carico Gr1 e GR3, significativi per l'opera in esame, ovvero:

Configurazione 1 : 2 binari carichi con treno LM71 (Gruppo 1)

Configurazione 2 : 1 binario carico con treno LM71 + 1 binario carico con treno SW2 (Gruppo 3)

Configurazione 3 : 1 binario carico con treno LM71 (Gruppo 1)

Configurazione 4 : 1 binario carico con treno SW2 (Gruppo 1)

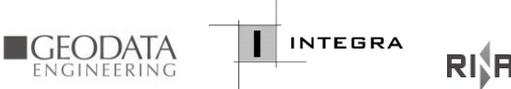
in concomitanza ai treni di carico sono state considerate tutte le azioni variabili a questi direttamente associate (frenatura, avviamento, ecc...) oltre agli altri carichi variabili di altra natura (vento, carichi variabili marciapiedi, azioni parassite vincoli, sisma) per un totale complessivo di 20 combinazioni di carico.

**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO**

Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IF26 12 E ZZ CL VI0504 002 B 65 di 101

Condizione	SLE-rara				SLE-frequente				SLU				SLV				GEO				
	Gr.1 1	Gr.3 2	Gr.1 3	Gr.1 4	Gr.1 5	Gr.3 6	Gr.1 7	Gr.1 8	Gr.1 9	Gr.3 10	Gr.1 11	Gr.1 12	Gr.1 13	Gr.3 14	Gr.1 15	Gr.1 16	Gr.1 17	Gr.3 18	Gr.1 19	Gr.1 20	
Permanenti strutturali	G1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.35	1.35	1.35	1.35	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
Permanenti NON strutturali	G2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3	1.3	1.3	
Traffico -1LM71	Q1,1a			1.0				0.8			1.45									1.25	
Traffico -1SW2	Q1,1b						1.0				1.45									1.25	
Traffico -2 LM71	Q1,2a	1.0				0.6			1.45				0.2	0.2	0.2	0.2	1.25				
Traffico -1 LM72 + 1 SW2	Q1,2b		1.0				0.6			1.45							1.25				
Carico variabile 1 Marciapiede	Qm1			0.8	0.8			0.64	0.64		1.2	1.2			1.2	1.2			1.04	1.04	
Carico variabile 2 Marciapiedi	Qm2	0.8	0.8			0.48	0.48			1.2	1.2						1.04	1.04		1.04	
Carico Avviamento	Qa	0.5	1.0	0.5	0.5	0.3	0.6	0.4	0.4	0.725	1.45	0.725	0.725				0.63	1.25	0.63	0.63	
Frenatura LM71	Qf1	0.5				0.3				0.725							0.63				
Frenatura SW2	Qf2		1.0				0.6				1.45							1.25			
Centrifuga 1 LM71	Qc1a		0.5	1.0			0.3	0.8			0.725	1.45						0.63	1.25		
Centrifuga 2 LM71	Qc1b	1.0				0.6				1.45							1.25				
Centrifuga SW2	Qc2			0.5	1.0		0.3		0.8		0.725		1.45	1.45				0.63		1.25	
Serpeggio 1 treno	Qs1				1.0	1.0			0.8	0.8									1.25	1.25	
Serpeggio 2 treni	Qs2	1.0	0.5			0.6	0.3			1.45	0.725						1.25	0.63			
Vento	Qw	0.6	0.6	0.6	0.6			0.8	0.8			1.45	1.45	1.45	1.45				1.25	1.25	
Azioni aerodinamiche 1 treno	Qae1	1.0		1.0	1.0			0.8	0.8			1.45	1.45	1.45	1.45				1.25	1.25	
Azioni aerodinamiche 2 treni	Qae2	1.0	0.5			0.6	0.3			1.45	0.725						1.25	0.63			
Azioni termiche	Q7	±0.6	±0.6	±0.6	±0.6	±0.5	±0.5	±0.5	±0.5	±0.9	±0.9	±0.9	±0.9				±0.78	±0.78	±0.78	±0.78	
Ritiro	Q8	[0; 1]	[0; 1]	[0; 1]	[0; 1]	[0; 1]	[0; 1]	[0; 1]	[0; 1]	[0; 1.2]	[0; 1.2]	[0; 1.2]	[0; 1.2]	[0; 1]	[0; 1]	[0; 1]	[0; 1]	[0; 1]	[0; 1]	[0; 1]	
Sisma Long con 2 LM71	Elong												1.0	0.3	1.0	0.3					
Sisma Trasn con 2 LM71	Etrasn												0.3	1.0	0.3	1.0					
Sisma Vert con 2 LM71	Evert												0.3	0.3	-0.3	-0.3					
p.p. spalla	SP_Gk1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.35	1.35	1.35	1.35	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
spalla sisma long	SP_Elong													1.0	1.0	1.0	1.0				
spalla sisma trasv	SP_Etrasn													0.2	0.2	0.0	0.0				
spalla sisma vert	SP_Evert													0.2	0.2	0.2	0.2				
p.p. rinterro	SP_Gk2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.45	1.45	1.45	1.45	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
rinterro spinta esercizio	SP_Gk2_h	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.45	1.45	1.45	1.45	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
rinterro sisma long	SP_Gk2_Elong													1.0	1.0	1.0	1.0				
rinterro sisma trasv	SP_Gk2_Etrasn													0.2	0.2	0.0	0.0				
rinterro sisma vert	SP_Gk2_Evert													0.2	0.2	0.2	0.2				
permanente	SP_Gk3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.45	1.45	1.45	1.45	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
permanente spinta esercizio	SP_Gk3_h	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.45	1.45	1.45	1.45	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
accidentale	SP_Qk	1.0	1.0	1.0	1.0	0.6	0.6	0.8	0.8	1.45	1.45	1.45	1.45	0.2	0.2	0.0	0.0	1.25	1.25	1.25	1.25
accidentale spinta esercizio	SP_Qk_h	1.0	1.0	1.0	1.0	0.6	0.6	0.8	0.8	1.45	1.45	1.45	1.45	0.2	0.2	0.2	0.2	1.25	1.25	1.25	1.25

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B	FOGLIO 66 di 101

8 MODELLO DI CALCOLO

8.1 Descrizione del modello di calcolo

Entrambe le spalle sono state analizzate mediante l'uso di modelli agli elementi finiti (FEM) tridimensionali, rispettosi della reale geometria dell'opera e dei carichi applicati. Tali modelli fanno uso quasi esclusivo di elementi finiti piani di tipo lastra-piastra (shell).

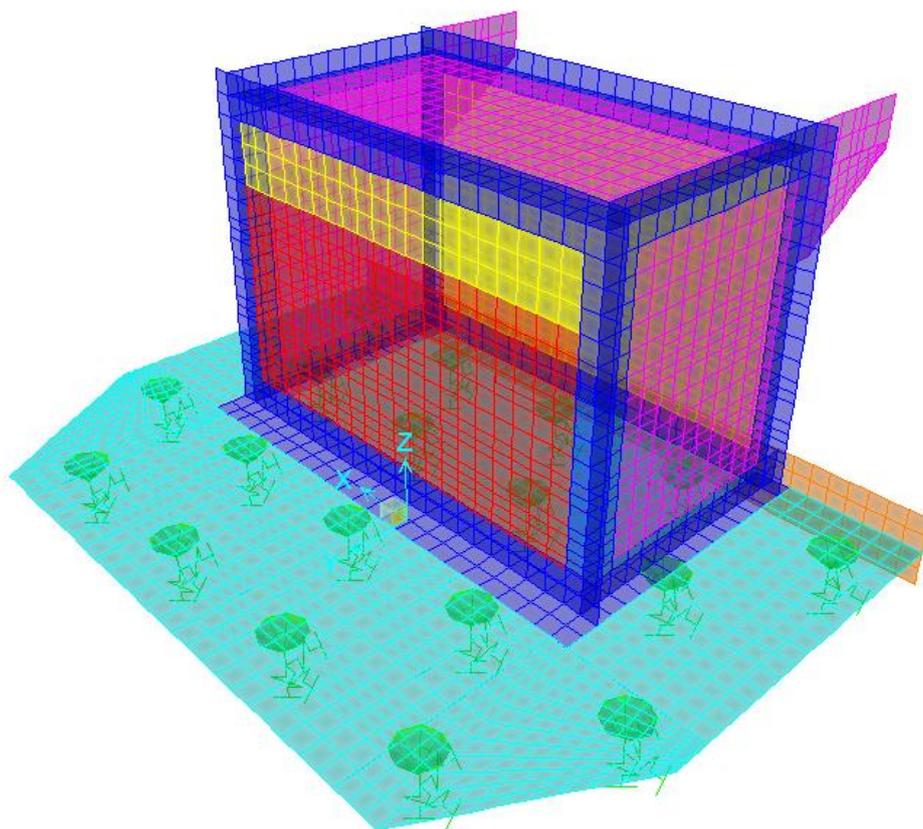
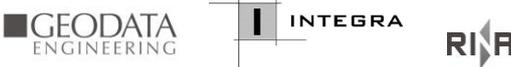


Figura 14 – Vista del modello 3D con discretizzazione degli elementi finiti

Le porzioni di intersezione tra i muri (frontale/laterale) e tra essi e la fondazione, sono state esplicitamente considerate al fine di considerare il loro peso una volta sola ed agevolare le successive verifiche, evitando di sovrastimare le sollecitazioni agenti, mediante la lettura delle sollecitazioni al filo delle carpenterie. Similmente si sono adoperati elementi fittizi verticali di elevata flessibilità posti a tergo della spalla al fine di poter applicare le spinte agenti sull'intera porzione di carpenteria pertinente e non sottostimare il taglio sui pali.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B	FOGLIO 67 di 101

La risultanti dei carichi derivanti dall'impalcato (N, MT, VT, VL) sono state applicate al modello mediante l'ausilio di un elemento asta (frame) dotato di carichi distribuiti la cui risultante è unitaria. L'elemento asta è collegato al muro frontale mediante elementi lastra-piastra di dimensioni opportune, tali da applicare la corretta eccentricità verticale rispetto al baricentro del muro.

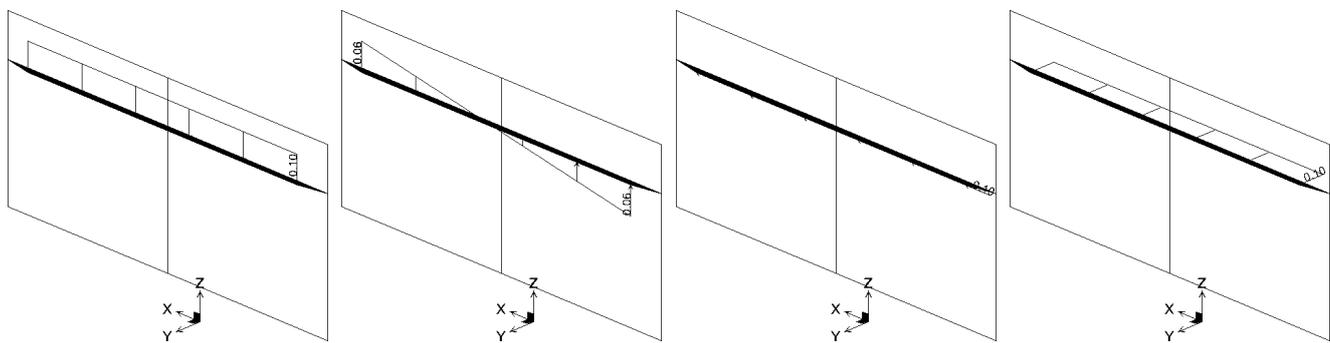


Figura 15 – Modello di calcolo: elementi fittizi per applicazione dei carichi derivanti dall'impalcato: N, MT, VT, VL

Il sistema di riferimento adottato è una terna destrorsa con l'asse delle Z positivo verso l'alto e l'asse X parallelo alla direzione trasversale dell'opera; l'origine è posta all'intradosso della fondazione nel baricentro della palificata.

Nel modello è stata modellata in via approssimata la presenza dei pali, al fine di cogliere meglio gli effetti sul plinto di fondazione. In particolare è stato modellato l'ingombro di ciascun palo così da evitare concentrazioni di tensioni spurie sugli elementi del plinto. La congruenza tra plinto e pali è realizzata in automatico dal programma di calcolo mediante speciali vincoli cinematici tra gli elementi lastra-piastra e i nodi che sopra essi ricadono (edge constraint). La parte terminale del palo, corrispondente all'intradosso del plinto, ha degli svincoli flessionali e torsionali, così che il palo possa trasmettere solo sforzo normale e tagli. Il vincolo relativo al palo è di tipo flessibile, assimilabile a quanto si otterrebbe mediante ripartizione rigida delle sollecitazioni sui pali.

Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	68 di 101

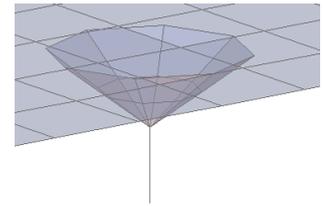
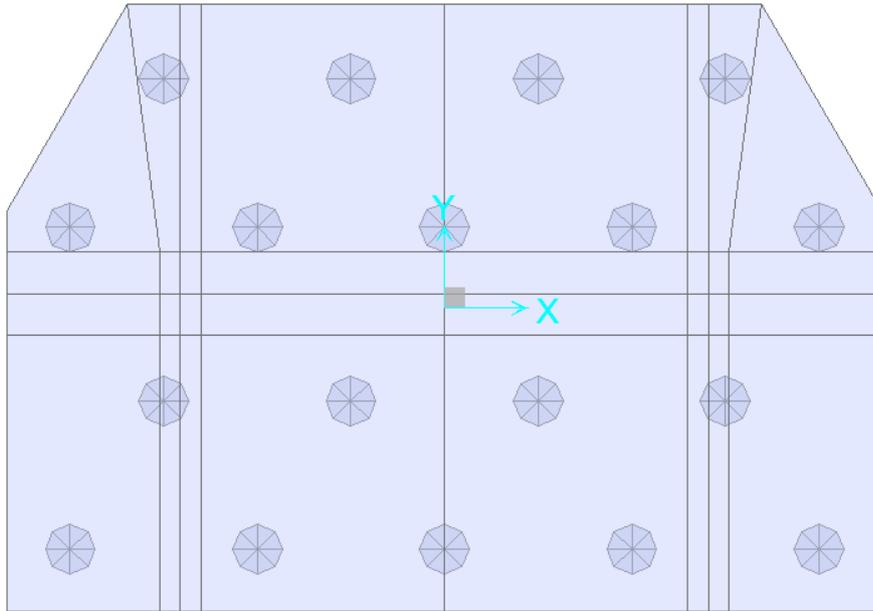


Figura 16 - Modello di calcolo: pali e vincoli

8.2 Risultati del modello di calcolo

8.2.1 Reazioni globali

Le reazioni globali agenti ad intradosso fondazione nel riferimento baricentrico dei pali sono:

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI							
Condizione		N	ML	MT	TL	TT	
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
CARICHI ELEMENTARI IMPALCATO	Permanenti strutturali	G1	3303.0	2213.1	0.0	-132.1	0.0
	Permanenti NON strutturali	G2	2677.0	1793.7	0.0	-107.1	0.0
	Traffico - 1LM71	Q1,1a	2023.6	1355.9	-3885.4	-80.9	0.0
	Traffico - 1SW2	Q1,1b	2253.7	1510.1	-4507.5	-90.2	0.0
	Traffico - 2 LM71	Q1,2a	4047.3	2711.8	-323.8	-161.9	0.0
	Traffico - 1 LM72 + 1 SW2	Q1,2b	4277.4	2866.0	-622.1	-171.1	0.0
	Carico variabile 1 Marciapiede	Qm1	218.7	146.6	-1137.5	-8.8	0.0
	Carico variabile 2 Marciapiedi	Qm2	437.5	293.1	-43.7	-17.5	0.0
	Centrifuga 1 LM71	Qc1a	0.0	0.0	-1840.0	0.0	-140.7
	Centrifuga 2 LM71	Qc1b	0.0	0.0	-3680.0	0.0	-281.3
	Centrifuga SW2	Qc2	0.0	0.0	-817.0	0.0	-62.5
	Serpeggio 1 treno	QS1	0.0	0.0	-1240.8	0.0	-110.0
	Serpeggio 2 treni	QS2	0.0	0.0	-2481.6	0.0	-220.0
	Vento	Qw	0.0	0.0	-3843.3	0.0	-325.7
	Azioni aerodinamiche 1 treno	Qae1	0.0	0.0	-305.0	0.0	-22.1
	Azioni aerodinamiche 2 treni	Qae2	0.0	0.0	-353.5	0.0	-44.2
	Sisma Trasv con 2 LM71	Etrasv	0.0	0.0	-25799.0	0.0	-2443.9
	Sisma Vert con 2 LM71	Evert	1222.1	427.8	0.0	0.0	0.0

Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	70 di 101

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

Condizione		N	ML	MT	TL	TT	
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
CARICHI ELEMENTARI SPALLA	p.p. spalla	SP_Gk1	27707.4	-43231.2	0.1	0.0	0.0
	spalla sisma long	SP_Elong	0.0	37711.8	0.0	-9975.1	0.0
	spalla sisma trasv	SP_Etrasv	0.0	0.0	-37710.3	0.0	-9973.8
	spalla sisma vert	SP_Evert	4987.3	-7781.6	0.0	0.0	0.0
	p.p. rinterro	SP_Gk2	4008.7	-6273.2	0.0	0.0	0.0
	rinterro spinta esercizio	SP_Gk2_h	0.0	24102.3	0.0	-7423.8	0.0
	rinterro sisma long	SP_Gk2_Elong	0.1	85882.9	-0.1	-16166.8	0.0
	rinterro sisma trasv	SP_Gk2_Etrasv	0.0	0.0	-7438.0	0.0	-718.6
	rinterro sisma vert	SP_Gk2_Evert	864.2	-3277.7	0.0	0.0	0.0
	permanente	SP_Gk3	1067.0	-3734.6	0.0	0.0	0.0
	permanente spinta esercizio	SP_Gk3_h	0.0	5046.3	0.0	-921.7	0.0
	accidentale	SP_Qk	2667.6	-9336.6	0.0	0.0	0.0
	accidentale spinta esercizio	SP_Qk_h	0.0	7827.4	0.0	-1429.7	0.0

RIEPILOGO SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE BARICENTRO PALI

Condizione		N	ML	MT	TL	TT
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
SLE-rara	01_SLE1	45828.0	-18646.6	-9179.8	-10190.3	-740.9
	02_SLE2	46058.1	-18492.4	-5709.1	-10199.5	-429.0
	03_SLE3	43629.4	-20119.7	-10487.1	-10102.4	-468.1
	04_SLE4	43859.5	-19965.5	-10086.2	-10111.6	-389.9
SLE-frequente	05_SLS1	43002.1	-19221.4	-4124.2	-9548.1	-327.3
	06_SLS2	43140.1	-19128.9	-2041.8	-9553.6	-140.2
	07_SLS3	42656.1	-20112.5	-6544.9	-9798.8	-218.2
	08_SLS4	42840.2	-19989.1	-6224.1	-9806.2	-155.6
SLU	09_SLU1	63754.7	-21877.3	-9968.8	-15186.1	-790.9
	10_SLU2	64088.4	-21653.7	-4936.2	-15199.4	-338.8
	11_SLU3	60558.0	-24019.2	-11908.1	-15058.2	-395.5
	12_SLU4	60891.6	-23795.6	-11326.8	-15071.6	-282.1
SLV	13_SLV1	42228.3	100562.2	-21348.9	-35044.9	-3940.9
	14_SLV2	42228.3	14045.9	-71011.9	-16745.6	-13136.3
	15_SLV3	37450.6	108808.4	-21349.0	-35044.9	-3940.9
	16_SLV4	37450.6	22292.1	-71011.9	-16745.6	-13136.3
GEO	17_GEO1	49937.6	-11995.2	-8594.0	-13128.2	-681.8
	18_GEO2	50225.2	-11802.5	-4255.6	-13139.7	-292.0
	19_GEO3	47180.5	-13842.5	-10271.9	-13017.9	-340.9

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B

	20_GEO4	47468.2	-13649.8	-9770.7	-13029.4	-243.2
--	---------	---------	----------	---------	----------	--------

8.2.2 Sollecitazioni sugli elementi.

Di seguito si riportano i grafici dei diagrammi di sollecitazione e le tabelle delle massime sollecitazioni ottenute dalle analisi per le sezioni oggetto di verifica.

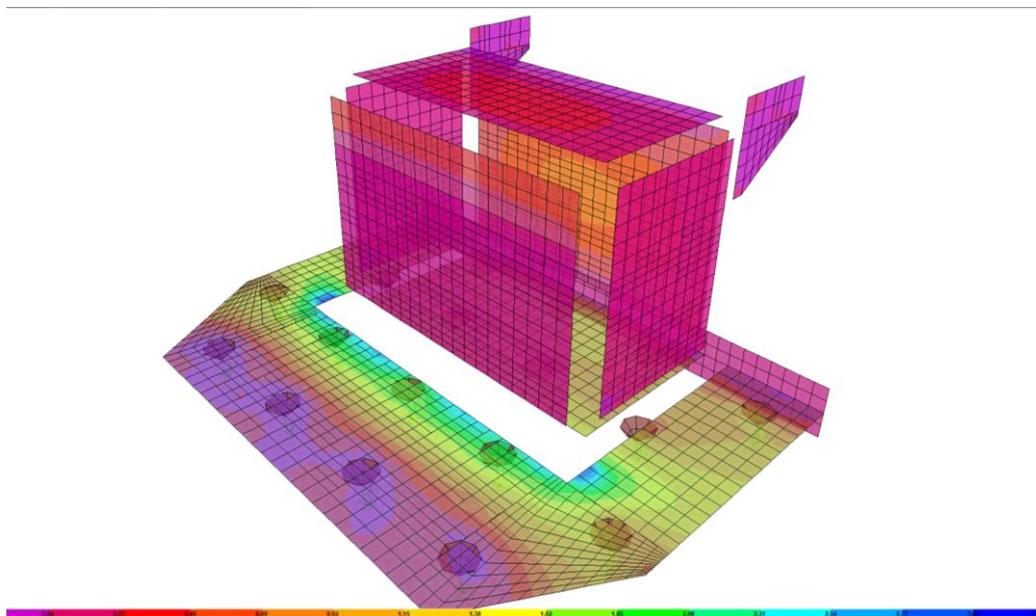


Figura 17 – Involuppo delle sollecitazione positive M22 – Range da 0 a -3000 kNm/m.

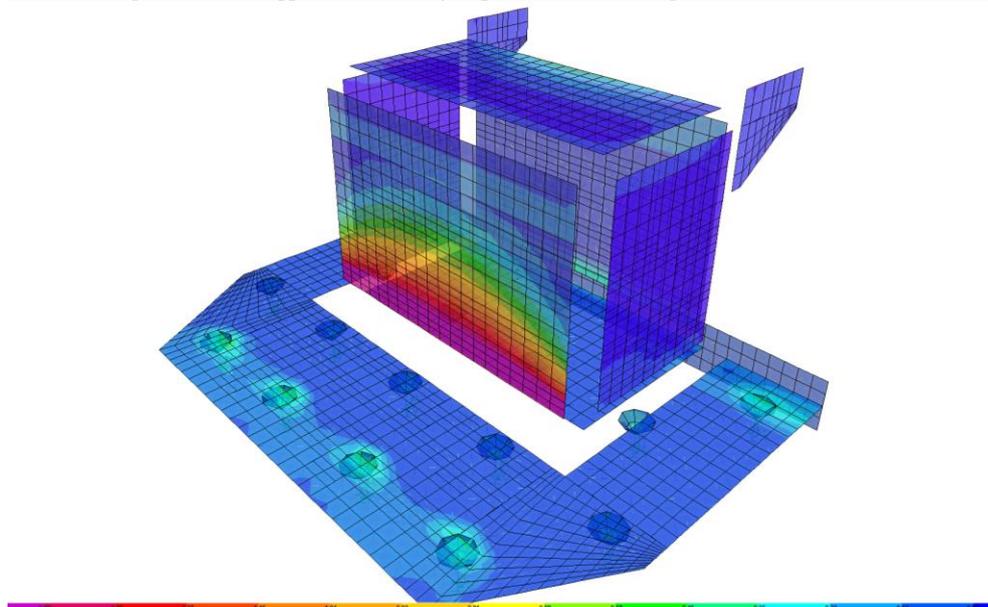


Figura 18 – Involuppo delle sollecitazione negative M22 – Range da 0 -1500 kNm/m.

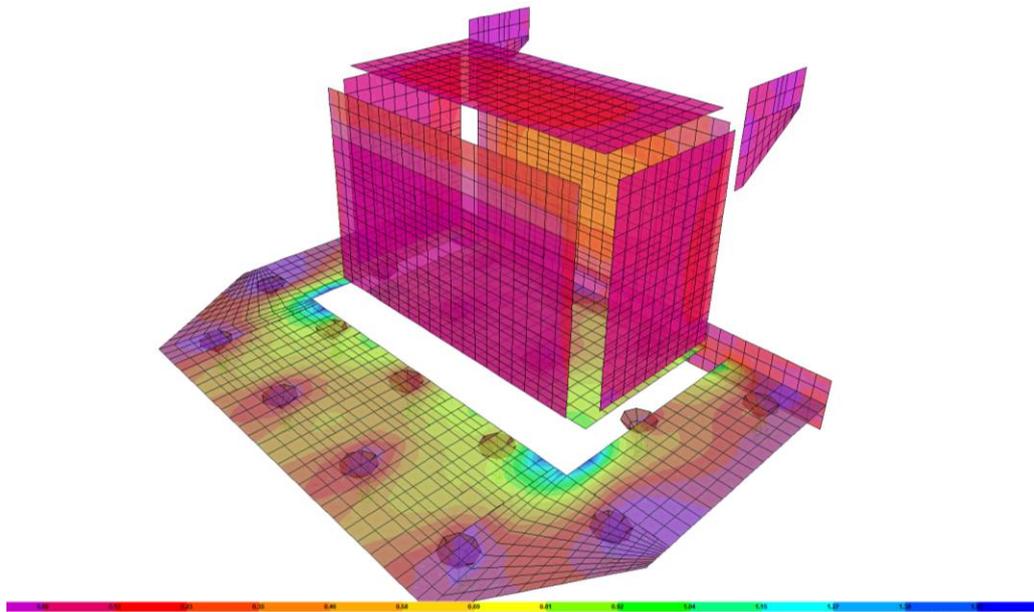


Figura 19 – Involuppo delle sollecitazione massime positive M11 – Range da 0 a 1500 kNm/m.

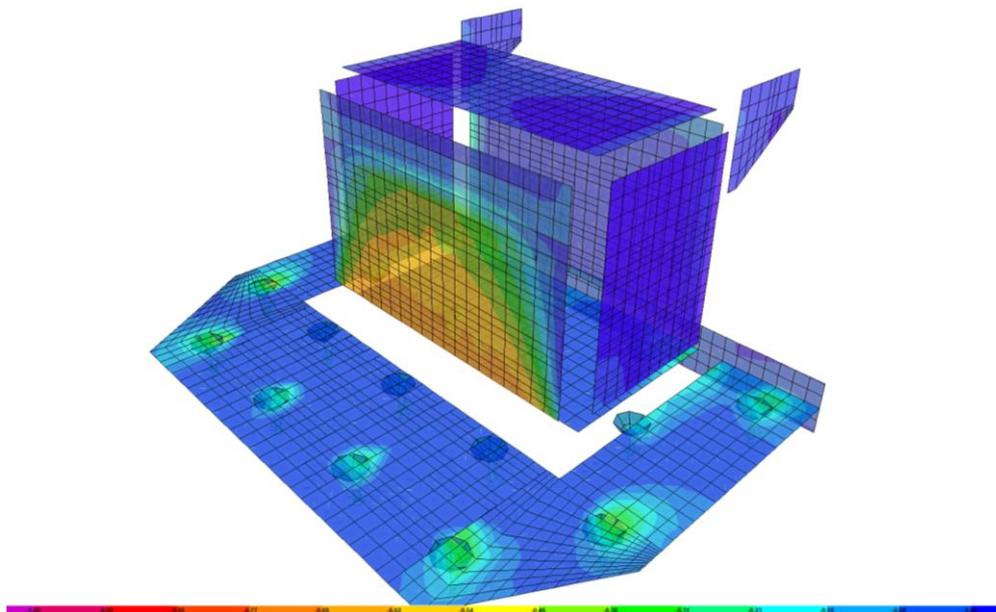
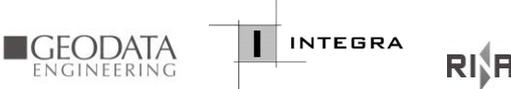


Figura 20 – Involuppo delle sollecitazione massime negative M11 – Range da 0 -1000 kNm/m.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B	FOGLIO 73 di 101

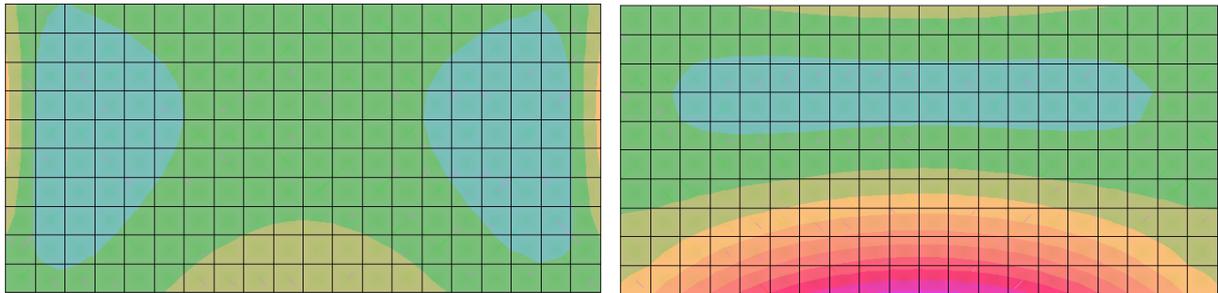


Figura 21 – Involuppo delle sollecitazione massime negative del solettone M11 (lato sx) ed M22 (lato dx) – Range da 200 a -400 kNm/m.

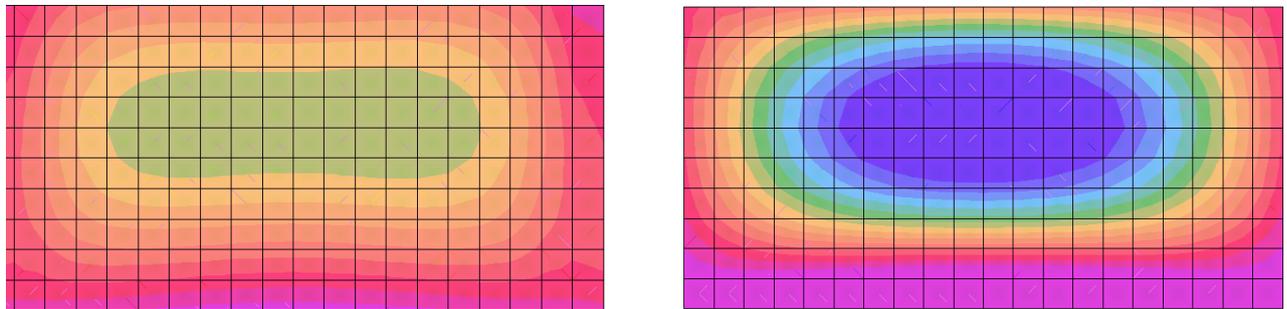


Figura 22 – Involuppo delle sollecitazione massime positive del solettone M11 (lato sx) ed M22 (lato dx) – Range da 0 a 300 kNm/m.

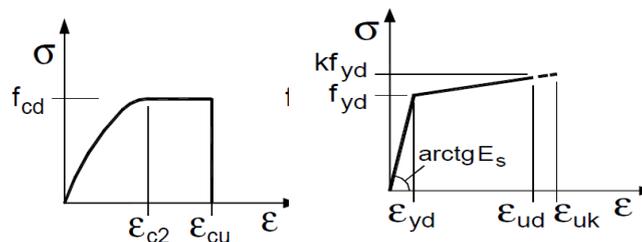
  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B

I criteri generali di verifica utilizzati per la valutazione delle capacità resistenti delle sezioni, per la condizione SLU, e per le massime tensioni nei materiali nonché per il controllo della fessurazione, relativamente agli SLE, sono quelli definiti al p.to 4.1.2 del DM 14.01.08.

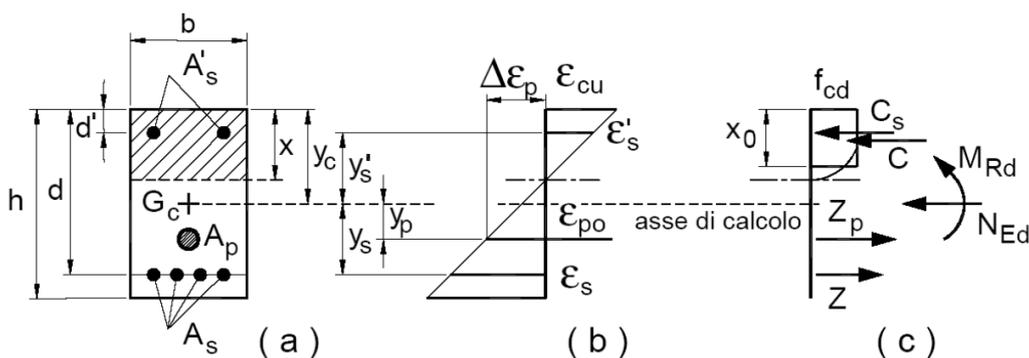
9.1 VERIFICHE ALLO SLU

9.1.1 Pressoflessione

La determinazione della capacità resistente a flessione/pressoflessione della generica sezione, viene effettuata con i criteri di cui al punto 4.1.2.1.2.4 delle NTC08, secondo quanto riportato schematicamente nelle figure seguito, tenendo conto dei valori delle resistenze e deformazioni di calcolo riportate al paragrafo dedicato alle caratteristiche dei materiali:

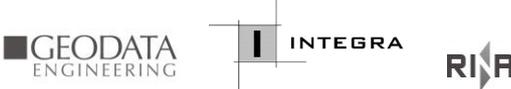


Legami costitutivi Calcestruzzo ed Acciaio -



Schema di riferimento per la valutazione della capacità resistente a pressoflessione generica sezione -

La verifica consisterà nel controllare il soddisfacimento della seguente condizione:

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B	FOGLIO 75 di 101

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove

M_{Rd} è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a N_{Ed} ;

N_{Ed} è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;

M_{Ed} è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

9.1.2 Taglio

La resistenza a taglio V_{Rd} della membratura priva di armatura specifica risulta pari a:

$$V_{Rd} = \left\{ 0.18 \cdot k \cdot \frac{(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \cdot b_w d$$

Dove:

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2};$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2;$$

$$\rho_1 = A_{sw}/(b_w \cdot d)$$

d = altezza utile per piedritti soletta superiore ed inferiore;

b_w = 1000 mm larghezza utile della sezione ai fini del taglio.

In presenza di armatura, invece, la resistenza a taglio V_{Rd} è il minimo tra la resistenza a taglio trazione V_{Rsd} e la resistenza a taglio compressione V_{Rcd}

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd}' \cdot \frac{(\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)}$$

Essendo:

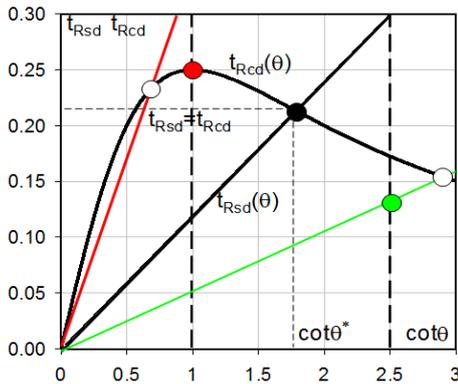
$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5$$

Per quanto riguarda in particolare le verifiche a taglio per elementi armati a taglio, si è fatto riferimento al metodo del traliccio ad inclinazione variabile, in accordo a quanto prescritto al punto 4.1.2.1.3 delle NTC08, considerando ai fini delle verifiche, un angolo θ di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione.

$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5 \quad 45^\circ \geq \theta \geq 21.8^\circ$$

Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	76 di 101



- Se la $\cot\theta^*$ è compresa nell'intervallo (1,0-2,5) è possibile valutare il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd}=V_{Rsd})$
- Se la $\cot\theta^*$ è maggiore di 2,5 la crisi è da attribuirsi all'armatura trasversale e il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rsd})$ coincide con il massimo taglio sopportato dalle armature trasversali valutabile per una $\cot\theta = 2,5$.
- Se la $\cot\theta^*$ è minore di 1,0 la crisi è da attribuirsi alle bielle compresse e taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd})$ coincide con il massimo taglio sopportato dalle bielle di calcestruzzo valutabile per una $\cot\theta = 1,0$.

L'angolo effettivo di inclinazione delle bielle (θ) assunto nelle verifiche è stato in particolare valutato, nell'ambito di un problema di verifica, tenendo conto di quanto di seguito indicato :

$$\cot\theta^* = \sqrt{\frac{v \cdot \alpha_c}{\omega_{sw}} - 1}$$

(θ^* angolo di inclinazione delle bielle cui corrisponde la crisi contemporanea di bielle compresse ed armature)

dove

$$v = f'_{cd} / f_{cd} = 0.5$$

f'_{cd} = resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

f_{cd} = resistenza a compressione di calcolo del calcestruzzo d'anima

α_c	coefficiente maggiorativo pari a	1	per membrature non compresse
		$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$
		1,25	per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$
		$2,5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

ω_{sw} : Percentuale meccanica di armatura trasversale.

$$\omega_{sw} = \frac{A_{sw} f_{yd}}{b s f_{cd}}$$

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0504 002</td> <td>B</td> <td>77 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	77 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	77 di 101								

9.2 VERIFICA SLE

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato

9.2.1 Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento " Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario RFI DTC INC PO SP IFS 001 A del 30-12-16 ", ovvero:

Strutture in c.a.

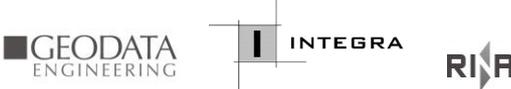
Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0,75 f_{yk}$.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B	FOGLIO 78 di 101

9.2.2 Verifiche a fessurazione

La verifica a fessurazione consiste nel controllo dell'ampiezza massima delle fessure per le combinazioni di carico di esercizio i cui valori limite sono stabiliti, nell'ambito del progetto di opere ferroviarie, nel documento RFI DTC SICS MA IFS 001 A – 2.5.1.8.3.2.4 (*Manuale di progettazione delle opere civili del 30/12/2016*).

In particolare l'apertura convenzionale delle fessure δ_f dovrà rispettare i seguenti limiti:

$\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$ per tutte le strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive (così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008 – Tab 4.1.III), per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;

$\delta_f \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie.

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 4.1.III – DM 14.01.2008

In definitiva, nel caso in esame, con riferimento alle indicazioni della tabella di cui in precedenza, si adotta il limite $w_1=0,20 \text{ mm}$ sia per le parti in elevazione che per quelle in fondazione, in quanto in entrambi i casi trattasi di strutture a permanente contatto col terreno.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B

9.2.3 Muro frontale

Muro frontale –armatura verticale

Le verifiche sono condotte con riferimento all'elemento più sollecitato M10-138. Di seguito le caratteristiche della sezione e le verifiche. La tensione di trazione del calcestruzzo con la sezione interamente reagente è inferiore al limite di fessurazione -2.52Mpa, pertanto non si ha apertura di fessure.

Caratteristiche geometriche : H=2000mm (altezza) B=1000mm (base)

Armatura verticale tesa : I stato $\phi 22/100$ + II stato : $\phi 22/100$

Armatura verticale compressa: I stato : $\phi 22/100$

Armatura a taglio (spille): $\phi 16/400 \times 400$

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE N min	1519	-1239	-510	2.62	-24.2	
SLE Nmax	1971	-1239	-510	2.69	-13.9	$\sigma_{traz,el}$
SLS Nmin	1413	-1057	-456	2.25	-17.6	-0.66
SLS Nmax	1706	-1057	-456	2.30	-11.4	-0.54
			[MPa]	2.69	-24.2	-0.66

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU N min	2114	-1825	-741	3.97
SLU Nmax	2772	-1825	-741	4.27
SLU Nmin	2177	-2150	-1224	3.39
SLU Nmax	2584	-2150	-1224	3.55
				3.39

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
ϕ [mm]	16	V_{Rcd} [kN]	5415	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$	
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	2129	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$	
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	2129	min (V_{Rcd}, V_{Rsd})	
		V_E [kN]	1224	CS_V	1.74

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B

Muro frontale –armatura orizzontale

Le verifiche sono condotte con riferimento all'elemento più sollecitato M10-1. Di seguito le caratteristiche della sezione e le verifiche. La tensione di trazione del calcestruzzo con la sezione interamente reagente è inferiore al limite di fessurazione -2.52MPa, pertanto non si ha apertura di fessure.

Caratteristiche geometriche : H=2000mm (altezza) B=1000mm (base)

Armatura verticale tesa : I stato $\phi 22/100$

Armatura verticale compressa: I stato : $\phi 22/100$

Armatura a taglio (spille): $\phi 16/400 \times 400$

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE N min	-140	-947	18	2.14	-154.7	
SLE Nmax	-6	-947	18	2.23	-138.3	$\sigma_{traz,el}$
SLS Nmin	-124	-802	15	1.81	-131.6	-1.11
SLS Nmax	-11	-802	15	1.88	-117.8	-1.06
				[MPa] 2.23	-154.7	-1.11

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU N min	-196	-1412	25	1.84
SLU Nmax	-5	-1412	25	1.96
SLU Nmin	-29	-565	46	4.87
SLU Nmax	105	-565	46	5.08
				1.84

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	16	V_{Rcd} [kN]	5428	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	2134	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	2134	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	46	CS_V 46.45

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B

9.2.4 Muro paraghiaia

Muro paraghiaia –armatura verticale

Le verifiche sono condotte con riferimento all'elemento più sollecitato P4-1. Di seguito le caratteristiche della sezione e le verifiche. La tensione di trazione del calcestruzzo con la sezione interamente reagente è inferiore al limite di fessurazione -2.52Mpa, pertanto non si ha apertura di fessure.

Caratteristiche geometriche : H=500mm (altezza) B=1000mm (base)

Armatura verticale tesa : I stato $\phi 22/200$

Armatura verticale compressa: I stato : $\phi 22/200$

Armatura a taglio (spille): $\phi 12/400 \times 400$

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE N min	160	-75	-60	2.78	-63.4	
SLE Nmax	301	-75	-60	2.70	-34.3	$\sigma_{traz,el}$
SLS Nmin	136	-66	-55	2.42	-56.1	-1.10
SLS Nmax	284	-66	-55	2.34	-26.4	-0.83
			[MPa]	2.78	-63.4	-1.10

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU N min	223	-112	-89	3.08
SLU Nmax	403	-112	-89	3.38
SLU Nmin	94	-98	-121	3.28
SLU Nmax	235	-98	-121	3.56
				3.08

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1207	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	267	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	267	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	121	CS_V 2.20

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B

Muro paraghiaia –armatura orizzontale

Le verifiche sono condotte con riferimento all'elemento più sollecitato P4-1. Di seguito le caratteristiche della sezione e le verifiche. La tensione di trazione del calcestruzzo con la sezione interamente reagente è inferiore al limite di fessurazione -2.52Mpa, pertanto non si ha apertura di fessure.

Caratteristiche geometriche : H=500mm (altezza) B=1000mm (base)

Armatura verticale tesa : I stato $\phi 22/200$

Armatura verticale compressa: I stato : $\phi 22/200$

Armatura a taglio (spille): $\phi 12/400 \times 400$

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE N min	46	-27	-1	0.99	-25.4		
SLE Nmax	312	-27	-1	1.11	2.5	$\sigma_{traz,el}$	
SLS Nmin	48	-23	-1	0.85	-19.8	-0.39	
SLS Nmax	294	-23	-1	1.00	2.8	0.05	
				[MPa]	1.11	-25.4	-0.39

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU N min	58	-40	-1	7.78
SLU Nmax	400	-40	-1	9.42
SLU Nmin	-120	-24	-1	11.47
SLU Nmax	207	-24	-1	14.15
				7.78

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	1207	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	267	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	267	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	1	CS_V 183.98

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B

9.2.5 Muro andatore

Muro andatore–armatura verticale

Le verifiche sono condotte con riferimento all'elemento più sollecitato A20-1. Di seguito le caratteristiche della sezione e le verifiche. La tensione di trazione del calcestruzzo con la sezione interamente reagente è inferiore al limite di fessurazione -2.52Mpa, pertanto non si ha apertura di fessure.

Caratteristiche geometriche : H=1000mm (altezza) B=1000mm (base)

Armatura verticale tesa : I stato $\phi 20/100$

Armatura verticale compressa: I stato : $\phi 20/100$

Armatura a taglio (spille): $\phi 12/400 \times 400$

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE N min	491	-223	-495	1.88	-22.7	
SLE Nmax	916	-223	-495	1.98	-2.9	$\sigma_{traz,el}$
SLS Nmin	445	-190	-425	1.61	-17.4	-0.54
SLS Nmax	832	-190	-425	1.73	-1.4	-0.19
			[MPa]	1.98	-22.7	-0.54

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU N min	639	-321	-726	4.24
SLU Nmax	1264	-321	-726	5.05
SLU Nmin	-64	-139	-251	7.60
SLU Nmax	1111	-139	-251	11.20
				4.24

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	16	V_{Rcd} [kN]	2617	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	1029	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	1029	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	726	CS_V 1.42

Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	84 di 101

Muro andatore–armatura orizzontale

Le verifiche sono condotte con riferimento all'elemento più sollecitato A20-1. Di seguito le caratteristiche della sezione e le verifiche. La tensione di trazione del calcestruzzo con la sezione interamente reagente è inferiore al limite di fessurazione -2.52MPa, pertanto non si ha apertura di fessure.

Caratteristiche geometriche : H=1000mm (altezza) B=1000mm (base)

Armatura verticale tesa : I stato $\phi 20/100$

Armatura verticale compressa: I stato : $\phi 20/100$

Armatura a taglio (spille): $\phi 12/400 \times 400$

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE N min	533	-151	-516	1.30	-4.5	
SLE Nmax	975	-151	-516	1.64	3.6	$\sigma_{traz,el}$
SLS Nmin	549	-133	-448	1.19	-1.7	-0.16
SLS Nmax	933	-133	-448	1.52	4.2	0.19
			[MPa]	1.64	-4.5	-0.16

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU N min	830	-217	-729	6.63
SLU Nmax	1479	-217	-729	7.87
SLU Nmin	1536	-156	-505	11.10
SLU Nmax	3645	-156	-505	16.00
				6.63

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	16	V_{Rcd} [kN]	2617	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	1029	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	1029	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	729	CS_V 1.41

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B

9.2.6 Muro posteriore

Muro chiusura posteriore–armatura verticale

Le verifiche sono condotte con riferimento all'elemento più sollecitato N10-9. Di seguito le caratteristiche della sezione e le verifiche. La tensione di trazione del calcestruzzo con la sezione interamente reagente è inferiore al limite di fessurazione -2.52Mpa, pertanto non si ha apertura di fessure.

Caratteristiche geometriche : H=1000mm (altezza) B=1000mm (base)

Armatura verticale tesa : I stato $\phi 20/100$

Armatura verticale compressa: I stato : $\phi 20/100$

Armatura a taglio (spille): $\phi 12/400 \times 400$

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE N min	270	283	9	2.42	-67.2	
SLE Nmax	422	283	9	2.42	-48.7	$\sigma_{traz,el}$
SLS Nmin	240	260	8	2.22	-63.1	-1.07
SLS Nmax	403	260	8	2.23	-43.1	-0.92
			[MPa]	2.42	-67.2	-1.07

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU N min	373	424	14	2.95
SLU Nmax	564	424	14	3.14
SLU Nmin	152	523	-54	2.20
SLU Nmax	345	523	-54	2.36
				2.20

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	2617	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	579	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	579	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	54	CS_V 10.72

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B

Muro chiusura posteriore–armatura orizzontale

Le verifiche sono condotte con riferimento all'elemento più sollecitato N9-11. Di seguito le caratteristiche della sezione e le verifiche. La tensione di trazione del calcestruzzo con la sezione interamente reagente è inferiore al limite di fessurazione -2.52MPa, pertanto non si ha apertura di fessure.

Caratteristiche geometriche : H=1000mm (altezza) B=1000mm (base)

Armatura verticale tesa : I stato $\phi 20/100$

Armatura verticale compressa: I stato : $\phi 20/100$

Armatura a taglio (spille): $\phi 12/400 \times 400$

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE N min	-5	-136	-154	1.09	-51.3	
SLE Nmax	32	-136	-154	1.12	-46.0	$\sigma_{traz,el}$
SLS Nmin	-2	-121	-148	0.97	-45.3	-0.60
SLS Nmax	32	-121	-148	1.00	-40.4	-0.57
				1.12	-51.3	-0.60

[MPa]

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU N min	-6	-199	-232	5.43
SLU Nmax	42	-199	-232	5.54
SLU Nmin	25	-145	-443	7.54
SLU Nmax	81	-145	-443	7.71
				5.43

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	2617	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	579	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	579	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	443	CS_V 1.31

9.2.7 Fondazione

Fondazione–armatura longitudinale

Le verifiche sono condotte con riferimento all'elemento più sollecitato F24-1. Di seguito le caratteristiche della sezione e le verifiche. La tensione di trazione del calcestruzzo con la sezione interamente reagente è inferiore al limite di fessurazione -2.31Mpa, pertanto non si ha apertura di fessure.

Caratteristiche geometriche : H=2000mm (altezza) B=1000mm (base)

Armatura verticale tesa : I stato $\phi 26/100$ + II stato $\phi 26/100$

Armatura verticale compressa: I stato : $\phi 26/100$

Armatura a taglio (spille): $\phi 18/400 \times 400$

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}		
SLE N min	-104	2095	1296	3.25	-117.1		
SLE Nmax	477	2095	1296	3.54	-94.2	$\sigma_{traz,el}$	
SLS Nmin	-56	1808	1128	2.82	-99.7	-2.04	
SLS Nmax	429	1808	1128	3.06	-80.7	-1.84	
				[MPa]	3.54	-117.1	-2.04

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU N min	-144	2972	1818	2.51
SLU Nmax	727	2972	1818	2.76
SLU Nmin	320	3300	1873	2.38
SLU Nmax	822	3300	1873	2.51
				2.38

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	18	V_{Rcd} [kN]	4731	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
S_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	2691	$A_s/s f_{yd} 0.9 d ctg$
S_2 [mm]	400	V_R [kN]	2691	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	1873	CS_V
				1.44

Fondazione–armatura trasversale

Le verifiche sono condotte con riferimento all'elemento più sollecitato F30-141. Di seguito le caratteristiche della sezione e le verifiche. La tensione di trazione del calcestruzzo con la sezione interamente reagente è inferiore al limite di fessurazione -2.31Mpa, pertanto non si ha apertura di fessure.

Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	88 di 101

Caratteristiche geometriche : H=2000mm (altezza) B=1000mm (base)

Armatura verticale tesa : I stato $\phi 26/100$

Armatura verticale compressa: I stato : $\phi 26/100$

Armatura a taglio (spille): $\phi 18/400 \times 400$

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE N min	-14	933	-249	1.85	-98.9	
SLE Nmax	35	933	-249	1.88	-94.6	$\sigma_{traz,el}$
SLS Nmin	-10	815	-239	1.62	-86.2	-1.02
SLS Nmax	33	815	-239	1.65	-82.5	-1.00
			[MPa]	1.88	-98.9	-1.02

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU N min	-19	1306	-354	2.93
SLU Nmax	53	1306	-354	2.98
SLU Nmin	16	1292	-266	2.99
SLU Nmax	143	1292	-266	3.08
				2.93

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	18	V_{Rcd} [kN]	4744	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	2698	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	2698	$\min (V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	354	CS_V 7.63

9.2.8 Solettone

Solettone–armatura longitudinale

Le verifiche sono condotte con riferimento all'elemento più sollecitato S7-100. Di seguito le caratteristiche della sezione e le verifiche. La tensione di trazione del calcestruzzo con la sezione interamente reagente è inferiore al limite di fessurazione -2.52Mpa, pertanto non si ha apertura di fessure.

Caratteristiche geometriche : H=1200mm (altezza) B=1000mm (base)

Armatura verticale tesa : I stato $\phi 26/100$

Armatura verticale compressa: I stato : $\phi 26/100$

Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	89 di 101

Armatura a taglio (spille): $\phi 12/400 \times 400$

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE N min	162	-286	-310	1.40	-38.7	
SLE Nmax	231	-286	-310	1.43	-33.5	$\sigma_{traz,el}$
SLS Nmin	142	-255	-280	1.25	-34.8	-0.71
SLS Nmax	215	-255	-280	1.28	-29.2	-0.66
			[MPa]	1.43	-38.7	-0.71

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU N min	252	-427	-443	5.50
SLU Nmax	342	-427	-443	5.61
SLU Nmin	266	-358	-202	6.58
SLU Nmax	650	-358	-202	7.13
				5.50

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	3171	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	701	$A_s/s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	701	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	443	CS_V 1.58

Solettone–armatura trasversale

Le verifiche sono condotte con riferimento all'elemento più sollecitato S7-50. Di seguito le caratteristiche della sezione e le verifiche. La tensione di trazione del calcestruzzo con la sezione interamente reagente è inferiore al limite di fessurazione -2.52Mpa, pertanto non si ha apertura di fessure.

Caratteristiche geometriche : H=1200mm (altezza) B=1000mm (base)

Armatura verticale tesa : I stato $\phi 26/100$

Armatura verticale compressa: I stato : $\phi 26/100$

Armatura a taglio (spille): $\phi 12/400 \times 400$

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}
SLE N min	-936	296	-5	0.00	-141.0

Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	90 di 101

SLE Nmax	72	296	-5	1.40	-47.9	$\sigma_{traz,el}$
SLS Nmin	-938	256	-4	0.00	-134.1	-1.51
SLS Nmax	56	256	-4	1.21	-42.0	-0.78
				1.40	-141.0	-1.51

[MPa]

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS _M
SLU N min	-1121	426	-7	3.81
SLU Nmax	101	426	-7	5.33
SLU Nmin	-1043	80	3	20.74
SLU Nmax	3	80	3	27.65
				3.81

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	1.0 ≤ ... ≤ 2.5	
ϕ [mm]	12	V _{Rcd} [kN]	3171	0.9 b _w d α _c f' _{cd} ctg/(1+ctg ²)
s ₁ [mm]	400	V _{Rsd} [kN]	701	A _s /s f _{yd} 0.9 d ctg
s ₂ [mm]	400	V _R [kN]	701	min (V _{Rcd} , V _{Rsd})
		V _E [kN]	7	CS _V 106.24

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B

9.2.1 Bandiere

Bandiere–armatura orizzontale

Le verifiche sono condotte con riferimento all'elemento più sollecitato O11. Di seguito le caratteristiche della sezione e le verifiche. La tensione di trazione del calcestruzzo con la sezione interamente reagente è inferiore al limite di fessurazione -2.52Mpa, pertanto non si ha apertura di fessure.

Caratteristiche geometriche :	H=820mm (altezza) B=1000mm (base)
Armatura verticale tesa :	I stato $\phi 20/100$
Armatura verticale compressa:	I stato $\phi 20/100$
Armatura a taglio (spille):	$\phi 12/400 \times 400$

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE N min	-566	-171	190	0.37	-170.0	
SLE Nmax	-350	-171	190	1.27	-134.6	$\sigma_{traz,el}$
SLS Nmin	-561	-159	179	0.04	-163.7	-1.76
SLS Nmax	-356	-159	179	1.09	-130.3	-1.54
			[MPa]	1.27	-170.0	-1.76

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU N min	-759	-252	280	2.38
SLU Nmax	-477	-252	280	2.77
SLU Nmin	-609	-116	205	5.64
SLU Nmax	-335	-116	205	6.48
				2.38

Resistenza a taglio

	ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$	
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	2110	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	467	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	467	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	280	CS_V 1.67

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B

Bandiere–armatura verticale

Le verifiche sono condotte con riferimento all'elemento più sollecitato O11. Di seguito le caratteristiche della sezione e le verifiche. La tensione di trazione del calcestruzzo con la sezione interamente reagente è inferiore al limite di fessurazione -2.52MPa, pertanto non si ha apertura di fessure.

Caratteristiche geometriche : H=820mm (altezza) B=1000mm (base)

Armatura verticale tesa : I stato $\phi 20/100$

Armatura verticale compressa: I stato $\phi 20/100$

Armatura a taglio (spille): $\phi 12/400 \times 400$

Verifica tensioni in esercizio

Combo	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	σ_{cls}	σ_{acc}	
SLE N min	-35	-21	-151	0.18	-15.5	
SLE Nmax	14	-21	-151	0.25	-7.9	$\sigma_{traz,el}$
SLS Nmin	-33	-20	-142	0.17	-14.6	-0.18
SLS Nmax	13	-20	-142	0.24	-7.5	-0.13
			[MPa]	0.25	-15.5	-0.18

Resistenza a flessione

	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	CS_M
SLU N min	-48	-28	-215	29.97
SLU Nmax	18	-28	-215	30.79
SLU Nmin	-25	-20	-107	42.58
SLU Nmax	32	-20	-107	43.57
				29.97

Resistenza a taglio

		ctg θ	2.50	$1.0 \leq \dots \leq 2.5$
ϕ [mm]	12	V_{Rcd} [kN]	2110	$0.9 b_w d \alpha_c f'_{cd} ctg / (1 + ctg^2)$
s_1 [mm]	400	V_{Rsd} [kN]	467	$A_s / s f_{yd} 0.9 d ctg$
s_2 [mm]	400	V_R [kN]	467	$\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
		V_E [kN]	215	CS_V 2.17

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0504 002</td> <td>B</td> <td>93 di 101</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	93 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	93 di 101								

9.3 Palificata

Le sollecitazioni agenti nei pali di fondazione, sono state dedotte dal modello di calcolo e corrispondono, con ragionevole approssimazione, a quanto si otterrebbe mediante una ripartizione rigida delle azioni globali.

9.3.1 Reazioni globali massime

Le massime azioni agenti in testa ai pali sono:

	Max N(kn)	Min N (kN)	V (kN)
SLE	2711.6	2149.7	589.7
SLS	2522.9	2135.0	560.7
SLU	3746.5	3077.7	875.7
SLV	4489.6	-345.7	2133.3
GEO	2981.2	2299.0	756.9

Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	94 di 101

9.4 Verifiche strutturali pali di fondazione

Geometria dell'armatura

<u>GEOMETRIA DELLA SEZIONE</u>		
Diametro del palo =	1500	mm
Copriferro netto c =	60	mm
Classe di resistenza calcestruzzo =	C25/30	Mpa
Classe di resistenza delle barre =	B450C	MPa
<u>ARMATURA PER I PRIMI 10 Ø</u>		
<i>1° strato di armatura longitudinale</i>		
Numero barre long.	56	-
Diametro barre long.	30	mm
Copriferro baricentrico arm. long. c' =	89	mm
<i>2° strato di armatura longitudinale</i>		
Numero barre long.	28	-
Diametro barre long.	30	mm
Copriferro baricentrico arm. long. c' =	145	mm
<i>Armatura trasversale</i>		
Diametro barre trasv.	14	mm
Passo arm. trasv.	125	mm
Diametro corona esterna =	1366	mm
<u>VERIFICA ARMATURA MINIMA LONG.</u>		
$\rho_{min} =$	1.00%	
$A_c =$	1767146	mm ²
$A_{s,min} =$	17671	mm ²
Armatura long. tot $A_{sd,tot} =$	59376	mm ²
$\rho_1 =$	3.36%	ok

Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	95 di 101

<u>ARMATURA PER LA LUNGHEZZA RESTANTE</u>		
<i>1° strato di armatura longitudinale</i>		
Numero barre long.	28	-
Diametro barre long.	18	mm
Copriferro baricentrico arm. long. c' =	81	mm
<i>Armatura trasversale</i>		
Diametro barre trasv.	12	mm
Passo arm. trasv.	20	mm
Diametro corona esterna =	1368	mm
<u>VERIFICA ARMATURA MINIMA LONG.</u>		
$\rho_{min} =$	0.40%	
$A_c =$	1767146	mm ²
$A_{s,min} =$	7069	mm ²
Armatura long. tot $A_{sd,tot} =$	7125	mm ²
$\rho_t =$	0.40%	ok

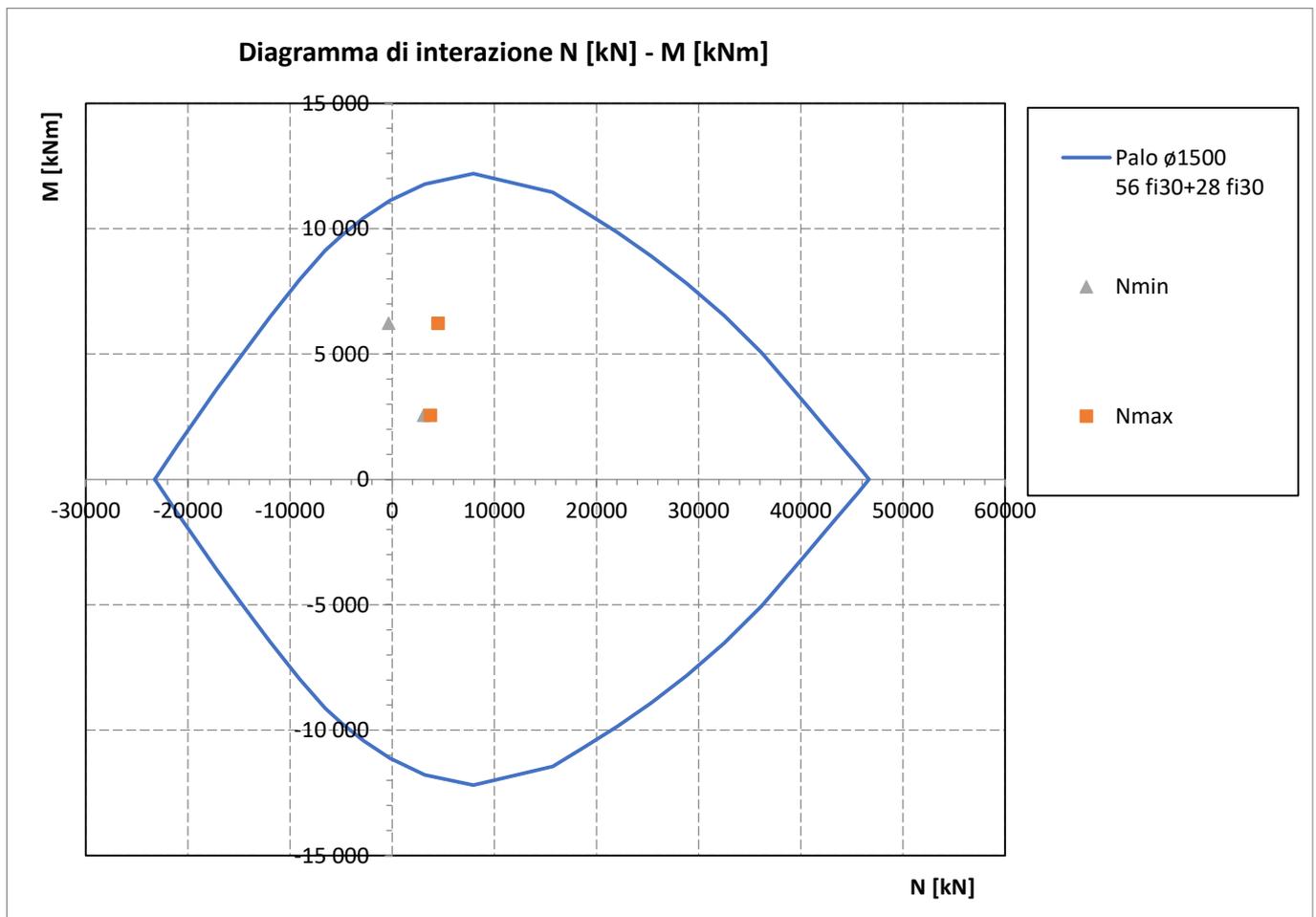
Armatura longitudinale							
Gabbia 1		Gabbia 2		Gabbia 3		Gabbia 4	
n.	Ø (mm)	n.	Ø (mm)	n.	Ø (mm)	n.	Ø (mm)
Spalla S2	56+28	30	28	30	-	-	-

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0504 002	REV. B

9.4.1 Verifiche allo SLU

Presso-flessione

Sono riportate a seguire le verifiche SLU della sezione di sommità del palo maggiormente sollecitato, espresse in forma sintetica mediante il diagramma di interazione N – M.



La verifica è soddisfatta in quanto le coppie N-M delle sollecitazioni agenti nella sezione di verifica sono interne al dominio di resistenza per ogni condizione di carico indagata.

Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	97 di 101

Taglio

Verifica a taglio per sezioni circolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)			
classe cls	R_{ck}	30	N/mm ²
resist. Caratteristica cilindrica	f_{ck}	25	N/mm ²
	f_{cd}	14	N/mm ²
diametro	Φ	1500	mm
Area sezione	A	1767146	mm ²
copriferro	c	80	mm
Area sezione rettangolare equivalente	A_{eq}	1486983	mm ²
altezza utile equivalente	d	1177	mm
larghezza equivalente	b_w	1264	mm
altezza equivalente	h_{eq}	1398	mm
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	N
	σ_{cp}	0.000	N/mm ²
	α_c	1.00	
Acciaio	f_{yk}	450	N/mm ²
B450C	f_{yd}	391	N/mm ²
diametro staffe (spille)	\varnothing_w	14	mm
Area staffa (spilla)	A_{\varnothing_w}	154	mm ²
0.9 d	z	1059	mm
passo spirale	s_w	125	mm
	n° bracci	2	
angolo di inclinazione biella compressa	θ	21.8	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	2.50	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	α	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	AS_w / s_w	2.46	mm ² /mm
Taglio resistente per "taglio trazione"	V_{Rsd}	2551	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	V_{Rcd}	3256	kN
taglio sollecitante	V_{Ed}	2133	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	γ_{Rd}	1	
taglio resistente	V_{Rd}	2551	kN
	V_{Ed}	<	V_{Rd}
	FS	1.20	verifica

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0504 002</td> <td>B</td> <td>98 di 101</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	98 di 101
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	98 di 101								

9.4.2 Verifiche allo SLE

Tensioni

La verifica SLE di tipo tensionale si effettua controllando che le massime tensioni normali agenti nella sezione risultino inferiori ai seguenti valori limite:

per le combinazioni SLE-RAR:

- tensione limite nel calcestruzzo: $\sigma_c = 0.55 f_{ck}$
- tensione limite nelle barre: $\sigma_s = 0.75 f_{yk}$

per le combinazioni SLE-QPE:

- tensione limite nel calcestruzzo: $\sigma_c = 0.40 f_{ck}$

Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	99 di 101

SLE

Verifica C.A. S.L.U. - File: palo1500_56fi30+28fi30

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 750 [mm]
Raggio interno: 0 [mm]
N° barre uguali: 0
Diametro barre: 0 [mm]
Copriferro (baric.): 0 [mm]

N° barre: 84 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	707	0	661
2	707	74	657
3	707	147	644
4	707	218	624
5	707	287	596
6	707	352	560

Tipo Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 2150 kN
M_{xEd}: 0 1722 kNm
M_{yEd}: 0 0

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[mm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali: B450C C25/30

ε_{su}: 10 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
f_{yd}: 391.3 N/mm² ε_{cu}: 3.5 ‰
E_s: 200 000 N/mm² f_{cd}: 13.28
E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
ε_{syd}: 1.957 ‰ σ_{c,adm}: 9.75
σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6
τ_{c1}: 1.829

σ_c: -4.316 N/mm²
σ_s: 46.6 N/mm²
ε_s: 0.233 ‰
d: 1 411 mm
x: 820.5 x/d: 0.5815
δ: 1

Vertici: 50
Verifica
N° iterazioni: 3
 Precompresso

Rck	30	MPa				
fck	24.9	MPa				
fyk	450	MPa				
σ _c	-4.3	MPa	<	0.55 fck =	-13.70 MPa	VERO
σ _s	46.6	MPa	<	0.75 fyk =	337.5 MPa	VERO
						1
x	820.5	mm	Le verifiche sono soddisfatte.			

Spalla mobile SP2: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0504 002	B	100 di 101

Fessurazione

La verifica SLE a fessurazione si effettua controllando che il massimo valore di apertura delle fessure risulti inferiore ai seguenti valori limite:

per le combinazioni SLE-RAR:

- apertura fessure limite: $w_{lim} = w_1 = 0.20 \text{ mm}$

INPUT			OUTPUT		
R_{ck}	30	Mpa	diff. def. armature-cls		
h	1500	mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	1.36E-04	-
c_1	89	mm	distanza max fessure		
ϕ_1	30	mm	$s_{r,max}$	388	mm
n_1	18.462		ampiezza fessure:		
c_2	145	mm	w_k	0.053	mm
ϕ_2	30	mm	w_{lim}	0.200	mm
n_2	18.462		La verifica è soddisfatta.		
d	1383	mm			
b_{eff}	54	mm			
x	820.5	mm			
$\sigma_{s,max1}$	47	Mpa			
$\sigma_{s,max2}$	47	Mpa			
$h_{c,eff}$	227	mm			
$A_{c,eff}$	12268	mm ²			
$\rho_{p,eff}$	0.115				
k_t	0.6				
k_1	0.8				
k_2	0.5				
k_3	3.4				
k_4	0.425				

10 INCIDENZE

Muri andatori	105 kg/mc
Muro frontale	150 kg/mc
Paraghiaia	200 kg/mc
Plinto	150 kg/mc
Pali	230 kg/mc
Muro posteriore	110 kg/mc
Bandiere	130 kg/mc
Soletta superiore	160 kg/mc